


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
Digitized by Google



Die Erzlagerstätten.

Die Erzlagerstätten.

Unter Zugrundelegung der von

Alfred Wilhelm Stelzner

hinterlassenen Vorlesungsmanuskripte und Aufzeichnungen

bearbeitet von

Dr. Alfred Bergeat,
Professor der Mineralogie und Geologie an der
kgl. preuß. Bergakademie zu Clausthal i. Harz.

II. Hälfte.

Mit 154 Abbildungen und 4 Tafeln.

Leipzig.
Verlag von Arthur Felix.
1905—1906.

II. Hälfte.

Die epigenetischen und deuterogenen Lagerstätten.

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einführung	1—8
Literatur	6—8
Gesichtspunkte für die systematische Behandlung und Umgrenzung des Stoffes	9—14
Systematische Übersicht der Erzlagerstätten	15—19
I. Protogene Lagerstätten	19—1239
1. Die eruptiven Lagerstätten	19—85
I. Eruptive Lagerstätten oxydischer Erze	22—40
1. Zinnerzführende Granite	22—24
2. Magneteisenerz und Titaneisenerz	24—33
3. Ausscheidungen von Chromeisenstein in Peridotiten und den daraus hervorgegangenen Serpentinen	33—40
II. Eruptive Lagerstätten sulfidischer Erze	40—63
1. Sulfidische Ausscheidungen in sauren Gesteinen	41
2. Sulfidische Ausscheidungen in basischen Gesteinen	41—63
Nickelhaltiger Magnetkies (und Kupferkies) gebunden an Gesteine der Gabbrofamilie und deren metamorphe Abkömmlinge	42—62
Rotnickelkies gebunden an pyroxen- und chromitführende Einlagerungen in Serpentin	62—63
Ausscheidungen von Kupfererzen, Magnetkies, Molybdänglanz usw. aus plagioklasreichen „dioritischen" Gesteinen	63
III. Gediegene Metalle als primäre Ausscheidungen in Eruptivgesteinen	64—71
Platin und Nickeleisen in Serpentinen	64—66
Nickelhaltiges gediegenes Eisen	66—69
Ausscheidungen von gediegenem Kupfer in basischen Eruptivgesteinen	69
Primäres Gold in Eruptivgesteinen	69—71
IV. Ausscheidungen von Halogenverbindungen und Sauerstoffsalzen in Eruptivgesteinen	71—72
Kryolith	71—72
Apatithaltiger Trachyt	72
Anhang: Diamanten in Peridotit	72—84
Rückblick auf die eruptiven Lagerstätten	84—85
2. Die schichtigen Lagerstätten	85—470
Allgemeines	85—108
Wesen	85—89
Das räumliche Verhalten	89—102
Die stofflichen Eigenschaften	102—108
Übersicht über die wichtigsten Typen	108

Seite

I. Schichtige Lagerstätten oxydischer Erze . . . . 108—264
1. Eisenerzlager . . . . 108—239
Magnetit- und Eisenglanz- (Roteisenstein-) Lager . . . . . . 110—182
a) In kristallinen Schiefern . . . . 110—168
Anhang: Die Smirgellagerstätten in den kristallinen Schiefern . . . . 168—170
b) Nicht oolithische Lager von Roteisenstein und Magneteisenerz in normalen Sedimenten . . . . 170—182
Marine Sideritlager . . . . 182—199
Marine oolithische und oolithähnliche Eisenerzlager . . . . 199—226
Die lakustren und brackischen Toneisensteine und Sphärosiderite . . . . 226—233
Die Rasen-, Sumpf- und Seeerze . . . . 233—239
2. Manganerzlager . . . . 239—264
Hausmannit-, Braunit- und zinkerzführende Franklinitlager der kristallinen Schieferformation . . . . 240—247
Lager von Manganoxyden, entstanden aus Rhodonit und Mangankieselschiefer . . . . 247—254
Lager von Manganoxyden, hervorgegangen aus Mangankarbonat . . . . 254—256
Lager von Psilomelan und Pyrolusit als primäre Sedimente in jüngeren marinen Schichten . . . . 257—262
Manganerzlager entsprechend den Sumpferzen . . . . . . 263—264
II. Schichtige Lagerstätten sulfidischer Erze . . . . 264—442
1. Die eigentlichen Fahlbänder (im engeren Sinne) . . . . . 267—272
2. Die Kies-, Blende- und Bleiglanzlager . . . . 272—369
Die Kieslager . . . . 272—361
Wesen . . . . 272—275
a) Kieslager in metamorphen Schiefern . . . . 275—328
Die gemeinschaftlichen Merkmale der metamorphen Kieslager und Schlüsse auf deren Entstehungsweise . . . 320—328
b) Kieslager in paläozoischen Tonschiefern . . . . 328—355
Anhang: Ablagerungen von Schwefeleisen in lakustren und marinen jüngeren Schichten . . . . 355—357
Allgemeine Bemerkungen über die Entstehung der Kieslager . . . . 357—361
Die Blende- und Bleiglanzlager . . . . 361—369
3. Die goldführenden Kiesfahlbänder . . . . 369—387
4. Der Kupferschiefer und verwandte Lagerstätten. (Die Kupfererzführung des Perm) . . . . 388—418
5. Die blei-, kupfer- und silbererzführenden Sandsteine . . . . 418—439
6. Die kupferführenden Tuffe . . . . 439—442
III. Schichtige Phosphoritlager . . . . 442—456
IV. Schichtige Schwefellager . . . . 456—470

3. Die Erzgänge . . . . 471—1006
I. Die Gangspalte . . . . 471—521
Die Form, Lage und Ausdehnung der Gänge. Terminologie . 471—489
Gegenseitige räumliche Beziehungen zwischen benachbarten Gangspalten . . . . 489—492

	Seite
Die Gangstörungen	492—507
Ursachen der Spaltenbildungen und der mit ihnen verbundenen Bewegungen	507—521
II. Die Gangfüllung im allgemeinen	521—566
Der stoffliche Bestand der Gangfüllungen	521—530
Die Gangstrukturen	530—539
Die Gesetze der Paragenesis der die Gänge erfüllenden Mineralien	539—541
Sekundäre Veränderungen des Mineralbestandes der Lagerstätten	541—566
III. Die Erzformationen	566—987
Allgemeines	566—571
I. Hydatogene Gänge	571—918
A. Gänge von vorwaltenden oxydischen Erzen	571—585
1. Roteisen- und Braunsteingänge	571—576
2. Die hydrosilikatischen Nickelerzgänge	576—585
B. Gänge von vorwaltenden sulfidischen Erzen und teilweise gediegenen Metallen	585—918
3. Die Golderzgänge	585—694
Allgemeines	585—587
A. Die Goldquarzgänge	588—632
1. Die Goldquarzgänge im engeren Sinne	588—618
2. Die kupferreichen Goldquarzgänge	618—623
3. Goldführende Arsenkiesgänge	623—627
4. Goldführende Antimonitgänge	627—630
5. Goldquarzgänge mit Wismut	630—632
B. Die Tellurgoldgänge	632—646
C. Die Goldsilbererzgänge	646—692
Einige weitere Literaturangaben über Golderzgänge	692—694
4. Die Silbererzgänge	694—751
Allgemeines	694—696
A. Silbererzgänge mit vorwiegendem Quarz ohne wesentlichen Kobalt-, Nickel- und ohne Zinngehalt	696—717
B. Die Silberkalkspatgänge	718—729
C. Silbererzgänge mit viel Schwerspat	729—735
D. Die Kobalt-Silbererzgänge	735—746
E. Die Silberzinnerzgänge	747—751
5. Die Blei- und Zinkerzgänge	751—812
6. Die Kupfererzgänge	813—863
Allgemeines	813
A. Gänge mit primären Schwefel- (Selen-), Arsen- und Antimonverbindungen des Kupfers	814—857
1. Gänge mit vorwaltendem Kupferkies	814—851
a) Kupferkiesgänge mit fast ausschließlich quarziger Gangart	814—828
b) Gänge mit Kupferkies und viel Karbonspäten, Schwerspat oder Flußspat neben Quarz	828—851
α) Kupferkiesgänge mit viel Karbonspäten, Schwerspat oder Flußspat neben Quarz	829—842
β) Kupferführende Spateisensteingänge	843—851



	Seite
2. Fahlerzgänge	851—853
3. Enargitgänge	853—857
B. Gänge und metasomatische Lagerstätten von primärem gediegenem Kupfer	857—863
7. Die Nickel-Kobalt- (und Wismut-) Erzgänge	863—874
Allgemeines	863—865
A. Nickel- und Kobalterze mit vorwaltendem Quarz, ohne bemerkenswerten Silbergehalt	865—866
B. Die Kobalt- (Nickel-) Silbererzgänge	866—867
C. Karbonspätige oder barytische Nickel-Kobalterzgänge ohne wesentlichen Silbergehalt und mehr oder weniger kupferführend	867—874
8. Die Wismuterzgänge	874—877
9. Die Antimonerzgänge	877—887
10. Die Arsenerzgänge	887—889
11. Die Quecksilbererzlagerstätten	889—918
II. Pneumatolytisch-hydatogene Gänge	918—964
12. Die Zinnerzgänge	918—952
13. Die Turmalin-Kupfererzgänge	952—957
14. Die Turmalin-Golderzgänge	957—960
15. Die Titanerzgänge	960—964
III. Injektions- oder nichtmetasomatische Kontaktlagerstätten	964—987
16. Injizierte Kies-, Blende- und Bleiglanzmassen	964—987
IV. Unbeständigkeit der Erzführung (Rückblick)	987—1006
Die quantitative Ungleichmäßigkeit der Gangfüllung im allgemeinen. Erzmittel	987—992
Primäre und sekundäre Verschiedenheiten der Gangfüllungen bei verschiedenen Teufen ohne erkennbaren Einfluß des Nebengesteins	992—995
Beeinflussung des Mineralabsatzes durch das Nebengestein	995—1003
Beeinflussung der Mineralführung durch Gangkreuze und -Schleppungen	1004—1006
4. Die Höhlenfüllungen und	
5. Die metasomatischen Lagerstätten	1007—1188
Allgemeines	1007—1008
I. Die Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten im engeren Sinne	1008—1131
Allgemeines	1008—1014
A. Metasomatische Auflagerungen	1014—1034
1. Aufgelagerte metasomatische Eisen- und Manganerzlager	1014—1021
2. Aufgelagerte metasomatische Phosphoritlagerstätten	1021—1034
B. Höhlenfüllungen und metasomatische Einlagerungen	1034—1131
1. Metasomatische Lagerstätten und Höhlenfüllungen mit oxydischen Eisen- und Manganerzen	1035—1052
2. Metasomatische Lagerstätten und Höhlenfüllungen mit Blei-, Zink- (und Kupfer-) Erzen	1052—1129



Seite

3. Metasomatische Antimonitlagerstätten . . . . . . 1129—1130
4. Metasomatische zinnerzführende Brauneisensteine . 1130—1131
II. Die metasomatischen Kontaktlagerstätten . . . . 1131—1188

Die Entstehung der epigenetischen Lagerstätten . . . . 1188—1239
Kurzer geschichtlicher Rückblick . . . . 1188—1191
Neuere Erkenntnisse und Anschauungen . . . . 1191—1239
1. Die Deszension . . . . 1192—1193
2. Die Lateralsekretion . . . . 1193—1202
3. Die Aszension . . . . 1202—1239
Epigenetische Lagerstätten und Eruptivgesteine . . . . . . 1202—1208
Sublimation und Injektion . . . . 1208—1213
Epigenetische Lagerstätten und Thermen . . . . 1213—1230
Die gangfüllenden Lösungen . . . . 1230—1239

II. Deuterogene Lagerstätten . . . . 1239—1297
Allgemeines . . . . 1239—1240
6. Die metathetischen Lagerstätten und eluvialen Seifen 1240—1257
Allgemeines . . . . 1240—1242
I. Die eluvialen und metathetischen Bauxit-, Eisen-, Mangan- (und Kobalt-) Erze . . . . 1242—1251
II. Die eluvialen Goldseifen . . . . 1251—1257
7. Die alluvialen Seifen . . . . 1258—1297
Allgemeines . . . . 1258—1260
I. Die alluvialen Gold- und Platinseifen . . . . 1260—1288
a) Die Goldseifen . . . . 1261—1284
1. Schwemmgold in vortertiären Schichten . . . . . . 1267—1269
2. Tertiäre und jüngere alluviale Goldseifen . . . . . 1269—1284
b) Die Platinseifen . . . . 1284—1288
II. Die Zinnerzseifen . . . . 1288—1294
III. Die Eisenerzseifen . . . . 1294—1297

Ergänzungen . . . . 1298—1299
Berichtigungen . . . . 1299—1300
Ortsregister . . . . 1301—1325
Sachregister . . . . 1326—1330

3. Die Erzgänge.

(Spaltenfüllungen.)

Im Gegensatz zu den eruptiven und schichtigen Lagerstätten, welche als die syngenetischen zusammengefaßt werden können, sind die Hohlraumsfüllungen und metasomatischen Lagerstätten durch Prozesse entstanden, welche sich erst abgespielt haben, als das Nebengestein schon seine jetzige Stellung im Gesteinsverbande besaß und, wenigstens in den meisten Fällen, fertig gebildet war. Die Erze sind also dann spätere Ansiedelungen, epigenetisch. Dabei ist es nicht ausgeschlossen, daß die Lagerstättenbildung ursächlich mit der Entstehung des Nebengesteines auf das engste zusammenhängt, wie z. B. bei den an Granite gebundenen Zinnerzgängen und manchen anderen; das Gestein war aber dann schon so weit verfestigt, daß der Erzabsatz innerhalb desselben in Spalten stattfinden konnte. Es wurde schon früher auf die nahen Beziehungen einiger solcher epigenetischer Lagerstätten zu gewissen syngenetischen eruptiven hingewiesen.[1]) Auch sei an die Vorbemerkungen S. 16—18 erinnert.

Erzgänge sind erzführende Spalten. Über die Bezeichnung „Gang" sagt Kirchmaier:[2]) „Gänge sind nichts anderes als Adern, welche durch die ganze Welt in der Erden durch alles Gebirge ihr Streichens haben, sich bald ausbreiten, bald wieder zusammenschicken und -fügen, als die Adern in einem Menschen durch seinen ganzen Leib gehen." In ähnlicher Weise ist das englische „lode" abgeleitet von „lead" führen, d. h. durch das Gebirge leiten.

I. Die Gangspalte.

Im nachstehenden soll zwar zunächst nur von den äußeren Eigenschaften der Gangspalten ohne Rücksicht auf die Füllung gehandelt werden. Es wird sich aber nicht immer eine scharfe Trennung zwischen beiden Begriffen durchführen lassen, d. h. „Spalte" und „Gang" werden häufig im gleichen Sinn gebraucht werden. Soweit als möglich soll übrigens die Besprechung alles dessen, was auf die Gangfüllung Bezug hat, in späteren Abschnitten erfolgen.

Die Form, Lage und Ausdehnung der Gänge. Terminologie.

Die Gänge sind im einfachsten Falle von zwei parallelen ebenflächigen Wänden begrenzte, ausgefüllte Spaltenräume in irgend einem Nebengestein. Die Flächen des letzteren heißen Ulmen, die Grenzflächen der Spaltenfüllung sind die Salbänder.[3]) Die Form der Gänge ist eine mehr oder weniger plattenförmige, d. h. zwei Dimensionen (die Längen- und Teufenerstreckung) sind gewöhnlich sehr groß gegenüber der dritten (Mächtigkeit).

[1]) S. 19.

[2]) Institutiones metallicae, das ist wahr und klarer Unterricht vom edlen Bergwerk. Durch einen desselben Liebhaber. Wittenberg 1687, 1.

[3]) Als Salband („Selbende") bezeichnet man in der Weberei den langen schmalen, mitunter anders gefärbten Streifen am Rande des Gewebes.

Die **Lage** der Gangebene wird durch zwei in ihr liegende Geraden, die Fall- und die Streichungslinie, bestimmt.[1]) Die speziellere Bezeichnung des Streichens richtet sich nach der in verschiedenen Gegenden verschiedenen Kompaßeinteilung und geschieht zudem in lokal hergebrachten Ausdrücken. Der Bergkompaß ist in Europa seit dem Beginn des XIII. Jahrhunderts in Gebrauch.[2]) Im Anfang des XVI. Jahrhunderts war er schon zweimal in 12 „Stunden“ geteilt[3]) und in Deutschland pflegt man auch jetzt den Kompaß in zweimal 12, in Österreich in 24 Stunden (horae) einzuteilen. Der sächsische Bergmann hat folgende weitere Bezeichnungen: „Stehende Gänge“ streichen zwischen hora 12 und 3 = N. bis NO., „Morgengänge“ zwischen hora 3 und 6 = NO. bis O., „Spatgänge“ zwischen hora 6 und 9 = O. bis SO. und „Flache Gänge“ zwischen hora 9 und 12 = SO. bis S. Die Franzosen sprechen wohl von filons septentrionaux,[4]) f. du nord (= Stehende), f. orientaux, f. du levant (= Morgengänge), f. occidentaux, f. du couchant (= Spatgänge), f. méridionaux, f. du midi (= Flache). Die Engländer[5]) nennen lokal die nordsüdlich streichenden Gänge twelve o'clock veins, die ostwestlich streichenden six o'clock veins, die NO.—SW. streichenden three o'clock veins, die SO.—NW. streichenden nine o'clock veins. Die annähernd NS. verlaufenden oder bis 30° davon abweichenden Gänge heißen cross courses, die innerhalb der gleichen Abweichungen ungefähr OW. streichenden heißen East and West lodes, die zwischen diesen Hauptrichtungen streichenden auch contra lodes.

Rücksichtlich des Fallens unterscheidet man in Freiberg bei 90—75° seigere, bei 75—45° tonnlägige, bei 45—15° flachfallende, bei 15—0° schwebende Gänge. Auch anderwärts gibt es für weniger steilfallende Gänge besondere Bezeichnungen. Die Ausdrücke „recht- und widersinniges Fallen“ werden an verschiedenen Orten in verschiedener Bedeutung angewandt. In Freiberg ist rechtsinnig so viel wie westlich, widersinnig so viel wie östlich; in Schemnitz und im Salzburgischen ist es gerade umgekehrt. Im Oberharz bedeutet rechtsinnig so viel wie südlich, widersinnig so viel wie nördlich, indem ersteres die gewöhnliche Fallrichtung der Gänge ist. An mehreren Orten wird das Fallen ein rechtsinniges genannt, wenn es dem Gebirgsabhang parallel, widersinnig, wenn es im entgegengesetzten Sinne stattfindet.

Absolute Dimensionen und Endschaft der Gänge. Es gibt Gänge von mikroskopischer Ausdehnung bis zu solchen von vielen Metern Mächtigkeit

---

[1]) Siehe S. 92—93.

[2]) Schmidt, Methoden der unterirdischen Orientierung; Sammlung populär. Schrift, herausgeg. v. d. Ges. Urania. Berlin No. 15, 1892, 9.

[3]) v. Dechen, Das älteste deutsche Bergwerksbuch von 1505. „Ein wohlgeordnet und nützlich Büchlein, wie man Bergwerk suchen und finden soll“, 19. — Vorschläge zur Verbesserung der Kompaßeinteilung hat Pošepny gemacht. (Über eine zum allgemeinen Gebrauche sich eignende Richtungsangabe; Compte rend. de la III. session d. Congrès géol. intern., Berlin 1885 (1888), 77—80.

[4]) Die ersten Bezeichnungsweisen finden sich bei Duhamel, Géométrie souterraine, 53, die zweiten bei Burat, Traité de Géognosie, III, 1835, 404.

[5]) Naumann, Geognosie, 2. Aufl., III, 526, wo auch die vorigen zitiert werden.



und mehreren Kilometern Erstreckung. Selbstverständlich beziehen sich aber die folgenden Bemerkungen zunächst auf solche erzerfüllte Spalten, welche für sich der Gegenstand des Bergbaues sein können. Die Längenerstreckung solcher Gänge hält sich innerhalb einiger hundert bis zu einigen tausend Metern und mag im allgemeinen zwischen 800 und 2000 m schwanken.[1]) Der Halsbrückener Spat bei Freiberg ist auf eine Länge von 8,4 km sicher nachgewiesen, ohne daß sein Ende bekannt geworden wäre. Die Gangspalten des Oberharzes haben teilweise noch beträchtlich längere Erstreckungen. Der Comstock Lode bei Virginia City (Nevada) ist 6876 m weit verfolgt worden. Im Granit der sächsischen Lausitz hat eine große Verwerfungsspalte zur Bildung eines 40 km langen Quarzganges Veranlassung gegeben. Die Mächtigkeit, d. i. der rechtwinkelige Abstand der Salbänder der Gänge, ist im großen Allgemeinen wohl der Längenerstreckung der Spalten proportional; sie schwankt nach Gätzschmann meistens zwischen 0,5 und 1 m;[2]) in Freiberg beträgt sie im Mittel 0,7—1,25 m, erreicht aber z. B. im Halsbrückener Spat bis zu 4 m, im Clementine-Spat auf Alte Hoffnung bei Schönborn bis zu 9 m.

Allerdings gibt es auch sehr geringmächtige Gänge, welche natürlich nur bauwürdig werden, wenn sie gruppenweise zu vielen dicht geschart oder von einem kostbaren Erz erfüllt sind. Ersteres trifft zu für die Zwittergänge des Altenberger Gebietes in Sachsen und am Sauberg bei Ehrenfriedersdorf, wo sich 10—15 solche schmale Haarklüfte zu einer 3—4 m mächtigen Zone vereinigten. Die „Blätter“ oder Tellurklüfte von Nagyág haben oft nur die Dicke eines Papierbogens und sind für sich abbauwürdig, weil sie Gold führen. Besonders mächtige Gänge sind dagegen diejenigen des Siegerlandes; die Spateisensteingänge Storch und Schöneberg bei Gosenbach sind 12—13 m, Friedrich Wilhelm bei Heudorf 16 m mächtig, der Gang Luise bei Horhausen erreicht sogar 25 m. Nach Herrmann[3]) existieren im Gebiete der großen Lausitzer Überschiebung zwei bis zu 250 m mächtige, 26—30 km lange Quarzgänge. Auch in anderen Gegenden werden große Mächtigkeiten genannt, z. B. für manche Clausthaler Gänge (20—80 m), für Schemnitz (20—50 m), für die Veta de Colquijrca im Cerro de Pasco (136 m), und die Veta madre zu Guanajuato in Mexiko soll nach Ramirez[4]) nirgends weniger mächtig sein als 9 m, oft sogar 42—50 m erreichen. Der Comstock Lode bildet einschließlich großer Nebengesteinsmassen einen Gangausbiß von 30—240 m. Bei solchen Angaben von auffälligen Gangmächtigkeiten handelt es sich wohl immer nicht um einzelne Gänge, sondern entweder um einen Gang samt der mit sekundären Erzen imprägnierten Nebengesteinszone oder um ganze Spaltenkomplexe, welche samt dem sie trennenden Nebengestein durch den

---

[1]) Gätzschmann, Die Aufsuchung und Untersuchung von Lagerstätten nutzbarer Mineralien, 2. Aufl., I, 1866, 143.

[2]) l. c.

[3]) Über die Wirkungen des Gebirgsdruckes in der westlichen Lausitz; Ber. nat. Ges. in Leipzig, 1890/91, 118; Ref. N. Jahrb., 1892, II, — 251 —.

Siehe auch Reinisch, Druckprodukte aus Lausitzer Biotitgranit und seinen Diabasgängen; Habil.-Schrift, Leipzig 1902, 12.

[4]) Riqueza minera de Mexico, 1884. 69.

gleichen Bau hereingewonnen werden. Man würde dann richtiger von einem Gangkomplex oder von einem zusammengesetzten Gang zu reden haben.

Die Endschaft der Gänge im Streichen kann durch allmähliche Verschmälerung und endlich durch Auskeilen erfolgen. Man sagt bei einer plötzlichen Verengung der Gangspalte: der Gang „verdrückt sich". Hört der Gang plötzlich mit voller Mächtigkeit auf, so z. B. wenn er an eine andere Spalte oder an jüngeres Nebengestein heransetzt, dann „schneidet er ab". Der Gang „zerschlägt sich", wenn er sich z. B. beim Übertritt in milderes Gestein in eine Anzahl weniger mächtiger, daher oft nicht mehr bauwürdiger Gänge auflöst. Im allgemeinen und besonders bei Verdrückungen ist es oft sehr schwierig zu erkennen, ob man wirklich die seitliche Endschaft der Spalte oder nur eine lokale Verringerung der Mächtigkeit vor sich hat. Man wird in diesem Sinne auch so manche Angabe über die Längserstreckung vieler Gangspalten zu beurteilen haben, denn die Spalten setzen oft bedeutend weiter fort, als der Bergmann deren Erzführung nachgehen will.



Fig. 101. Der Flußspatgang von Wölsendorf in der Oberpfalz. (Gümbel, 1868.)

Ein Beispiel für das Abschneiden bilden die Bleiglanzgänge von Mies in Böhmen, welche oft an den den Tonschiefer durchsetzenden Grünsteingängen („Sandstriche") ganz abstoßen;[1] als ein anderes seien die Verhältnisse des

[1]) Schmuck, Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwes., XXX, 1832, 284

Stahlbergs bei Müsen im Siegerland genannt, von denen nachstehende, nach Nöggerath[1]) wiedergegebene Figur eine Vorstellung gibt.

Ein Auskeilen der Gänge nach oben findet manchmal in der Weise statt, daß dieselben in kaum sichtbaren Spalten zutage aussetzen. Derartig verhalten sich nach Gätzschmann[2]) die Zwittergänge im Sauberg bei Ehrenfriedersdorf in Sachsen. Manche Gänge sind am Tage überhaupt nicht mehr vorhanden, sondern nur in der Tiefe bekannt, so die meisten Gänge im westlichen Feld von Himmelsfürst bei Freiberg, z. B. der Nathan-Stehende, ferner der Neu-Glück-Stehende auf der Alten Hoffnung Gottes zu Groß-Voigtsberg, der Amandus-Flache zu Marienberg.[3]) Freilich hat man jeweils zu bedenken, ob dieser Mangel eines Ausbisses nicht wegen Verdrückung oder Vertaubung oder wegen einer flach einfallenden Störung nur ein scheinbarer ist. Ähnliche Beobachtungen wie zu Freiberg hat man auch in Přibram und Joachimsthal gemacht.[4]) Andere Gänge können sich nach oben zu in „Trümer" auflösen; es wird sich später zeigen, daß die Beobachtungen, welche eine mögliche Endschaft der Gangspalten nach oben nachweisen, von großer Wichtigkeit für die genetische Erklärung ihres Erzgehaltes sind.

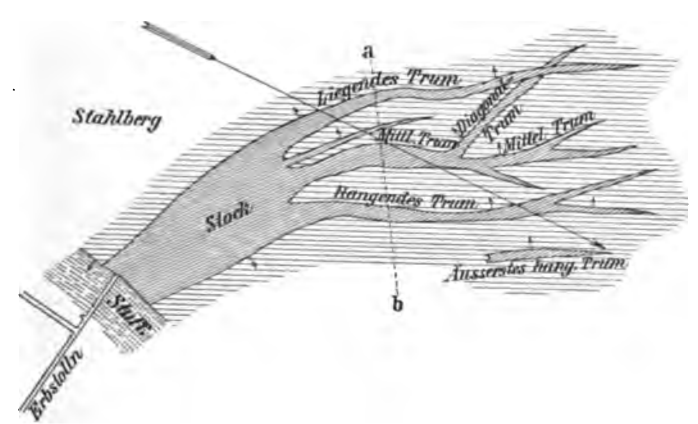


Fig. 102. Der Stahlberg bei Müsen. (Nöggerath, 1863.) Mächtigkeit des Ganges 44 m. Der „Stuff" ist ein System von Lettenklüften, an welchem der Gang in voller Mächtigkeit abschneidet, ohne daß eine Verwerfung nachweisbar wäre.

Wo der Gang von der Erdoberfläche durchschnitten wird, „streicht er aus". Je nachdem die Gangfüllung oder das Nebengestein härter ist, wird bald die erstere das letztere riffartig überragen, wie z. B. die Veta Cantera bei Zacatecas, deren Ausbiß auf eine Erstreckung von fast 2 Meilen als ein aus dichtem Quarz bestehender Kamm

---

[1]) Die Grube Stahlberg bei Müsen; Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., XI, 1863, 63—64, Taf. V.

[2]) l. c., 93.

[3]) Der Moritz-Stehende der Grube Himmelsfürst, welcher der „kiesigen Bleiformation" angehört, ist erst von der 7. Gezeugstrecke an gegen die Teufe, der Meta-Stehende erst von der $^1/_2$11. an bekannt. Letzterer, der Braunspatformation angehörend, ist dort nur als 3 cm starkes Trümchen bekannt, das aber nach der Teufe zu mächtiger und bauwürdig wird. Der Silberfund-Stehende ist nur zwischen der $^1/_2$6. und 12. Gezeugstrecke bekannt; er wurde 1857 in der 7., 289 m unter Tag angefahren, über der $^1/_2$6. waren alle Versuche, den Gang auszurichten, erfolglos. Ähnliches gilt vom Kalb-Stehenden, vom Raimund-Stehenden, Silbersegen-Stehenden, Erzzweig-Stehenden, sämtlich im Himmelsfürster Feld gelegen.

[4]) Andere Beispiele führt Naumann, Geognosie, 2. Aufl., III, 533 an.

zu verfolgen ist, oder wie die Ausstriche mächtiger goldführender Quarzgänge in Arizona als schlanke Nadeln und zackige Kämme 20—30 m hoch emporragen. In ähnlicher Weise gewähren auch in Südspanien die Ausbisse zahlreicher Quarzgänge den Anblick von Weinbergsmauern. Umgekehrt werden sich längs Gängen grabenförmige Vertiefungen beobachten lassen, wenn ihre Füllung leichter verwittert als das Nebengestein. So erkennt man längs des mächtigen Quarz-Kupferkiesganges von Capanne vecchie bei Massa marittima in Toskana im Ausstrich deutlich die reichen und armen Gangzonen: über den reichen Erzen zeigt er Eintiefungen, über den armen Quarzmassen hügelförmige Erhebungen (A. Bergeat). Im Oberharz scheint ein inniger Zusammenhang zwischen dem Verlauf gewisser Längstäler und dem Ausstreichen der mächtigen und langen Gangzüge zu bestehen. Stellenweise sind die Ausstriche durch den Austritt von Quellen bezeichnet. Den Ausstrich der Golderzgänge von Telluride in Colorado, welche in einer Mächtigkeit von 5—6 Fuß andesitische Breccien durchsetzen, beschreibt Winslow folgendermaßen:[1] „Von einem Gipfel nördlich des Marshall basin kann man die Ausstriche der Hauptgänge mit dem Auge auf Entfernungen von einer (engl.) Meile und weiter verfolgen. Sie sind markiert durch eine Entfärbung der Oberfläche, und wo einer einen Höhenrücken überschneidet, kommt er ausnahmslos in eine sattelförmige Einsenkung zu liegen, die auf die raschere Verwitterung längs der Gangspalte zurückzuführen ist."

Die Tiefenerstreckung von Spalten muß selbstverständlich eine sehr verschiedene sein. Beispiele für solche Spalten, welche offenbar in große Tiefen hinabreichen, sind die von Eruptivgesteinen erfüllten Gänge. Man hat oftmals angenommen, daß die Tiefenerstreckung der Spalten etwa proportional ihrer streichenden Länge sein müsse, dabei auch, daß die Tiefe geringer sein müsse als die letztere, weil ein fester Körper dem spaltenbildenden Schub, Zug oder Druck an der Oberfläche einen geringeren Widerstand entgegensetze, als im Innern seiner Masse. Reyer[2]) hält dagegen an der Vermutung fest, daß die vertikalen Dimensionen der Gänge viel bedeutender seien als die horizontalen Erstreckungen; denn bei Gängen von Eruptivgesteinen, deren Längenerstreckung selten einige hundert Meter, noch seltener einige Kilometer betrage, könne man bestimmt behaupten, daß ihre vertikale Ausdehnung eine sehr beträchtlichere sein müsse als ihre horizontale.

Die folgenden Bemerkungen sollen sich zunächst auf typische, erzerfüllte Spalten von der Art der Freiberger oder Harzer Gänge beschränken. Die Frage, wie tief solche niedersetzen, hat im Laufe der Zeit sehr verschiedene Beantwortung gefunden, weil sie nicht durch direkte Beobachtung entschieden werden kann und deshalb von den jeweiligen Anschauungen über die Entstehungs- und Ausfüllungsweise der Gänge beeinflußt wird. So sagt Werner:[3]) „Die Gänge kommen in ihrer Gestalt und Lage ganz mit Erd- und Gesteinsspalten überein . . . Sie keilen sich an ihren Enden aus und verlieren sich daselbst in Klüfte, werden

[1]) The Liberty Bell gold-mine; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1900, 291.
[2]) Theoretische Geologie, 1888, 593.
[3]) Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, 1791, 66, 174.

auch nach unten zu schmäler und keilen sich endlich ganz aus." Ferner: „... jeder erfahrene Bergmann weiß, daß sich die Gänge in der Teufe auskeilen oder enden. Wir haben dies zwar jetzt bloß bei schmalen Gängen und etwa einigen von mittlerer Mächtigkeit wahrgenommen und werden es bei mächtigen Gängen deswegen nicht leicht augenscheinlich erfahren, weil sie im Verhältnis zu ihrer Mächtigkeit zu tief niedersetzen, als daß wir ihr Ende auch mit unseren bisherigen tiefsten Grubenbauen erreichen könnten." Diese Meinung ist begründet in Werners geologischen Vorstellungen und in der Hypothese, daß die Ausfüllung der Gänge von oben erfolgt sei. Es mußten die Spalten also unten geschlossen sein, wenn sich die Ausfüllung nicht nach unten verlieren sollte. Freiesleben[1]) spricht sich folgendermaßen aus: „In Ansehung der Tiefe setzen schon wenig Gänge bis 200 Lachter unter die Oberfläche des Gebirges (seiger) nieder; noch weniger setzen bis in 300 Lachter Teufe und darüber mit Erzen fort." Als die bis in größte Tiefe fortsetzenden Gänge galten damals die von Kuttenberg in Böhmen, wo schon zu Agricolas Zeiten (XVI. Jahrhundert) einige Schächte 500 Lachter tief waren. Werners Ansicht war früher für die größte Zahl der Gänge die allgemeine;[2]) sie fand später in K. A. Kühn nochmals ihren Verteidiger.[3])

Solche Gänge, welche nur bis zu geringer Tiefe niedersetzen sollten, nannte man „Rasenläufer" (in Österreich „Wasenläufer"); im Anfang des XIX. Jahrhunderts hat man die Gänge der Brandtelle bei Freiberg (Beschert Glück, Einigkeit) für solche gehalten; später betrachtete man noch die Goldgänge von Viktoria in Australien und die goldhaltigen Quarzgänge in verschiedenen Gesteinen des de Kaap Valley (Transvaal) als Rasenläufer („Surface fissures").

Heim[4]) hat die Frage, wie tief offene Spalten überhaupt niedersetzen können, vom Gesichtspunkt der Mechanik aus behandelt. Er nimmt an, daß der Druck der oberen Gebirgsteile wie in einer Flüssigkeit sich allseitig auf die unteren fortpflanze, die Erdkruste also in größeren Teufen sich wie eine plastische Masse verhalte. Alte tiefgelegene Strecken in Schieferton, Sandstein und Tonschiefer sollen demnach wieder zuwachsen, solche in Kalkstein durch abgedrückte Fragmente wieder ganz erfüllt werden können. Die Weite alter artesischer Bohrlöcher soll sich vermindert haben. Auf Grund solcher Erwägungen gelangt Heim zu dem Schlusse, daß in der Tiefe keine klaffenden Spalten mehr vorhanden und daß solche überhaupt nur bis zur Tiefe von 2000—2600 m möglich seien. Sind die Spalten mit Sickerwasser erfüllt, so ist nach Heim auch eine Tiefenerstreckung derselben bis zu 3000 oder 4000 m möglich. Zu

---

[1]) Beiträge zur Naturgeschichte der Gänge; v. Molls Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, IV, 2, 1800, 24.

[2]) Einer der ersten in Deutschland, welcher die Unhaltbarkeit der Wernerschen Anschauungen über die geringe Tiefenerstreckung der Erzgänge nachwies, war v. Beust, Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, 1840.

[3]) Handbuch der Geognosie, II, 1836, 349, Taf. II, Fig. 49.

[4]) Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung, 1878, II, 89 ff., 107.

ähnlichen Resultaten gelangt auch Reyer.[1]) Nach van Hise aber könnten sich Spalten noch bis zur Teufe von 10000—12000 m bilden.[2])

Es wird gut sein, sich solchen rein theoretischen Erörterungen gegenüber nur an Tatsachen zu halten.

Der Gangbergbau zu Freiberg hat im Jahre 1903 im Glückaufschacht bei Himmelsfürst eine Teufe von 686 m, im Abrahamschacht von 638 m, im Turmhofschacht von 635 m erreicht; die tiefste Strecke des Clausthaler Reviers lag zu gleicher Zeit 865 m tief, zu St. Andreasberg beträgt die größte erreichte Teufe 770 m. Die Dolcoak-Zinngrube in Cornwall erreichte eine Teufe von fast 900 m, die Kupfergrube Red Jacket am oberen See (Hecla Mine) Ende 1897 eine solche von 1495 m. Der tiefste Versuchsschacht im Comstock Lode (Nevada) hatte 1005 m erreicht, der Mariaschacht zu Přibram ist 1126 m, der Adalbertschacht 1117 m tief, der Bergbau vom Röhrerbichl in Tirol war 1540—1597 bis zu Teufen von 880 m vorgedrungen. Die tiefste Grube Australiens war 1896 die Lansellsgrube[3]) (Bendigo-Golddistrikt) mit 975 m Teufe. Wenn man Hauptgänge oder ganze Trümerkomplexe, nicht untergeordnete Trümer ins Auge faßt, so läßt sich behaupten, daß sich nirgends irgendwelche Anzeichen für ein bevorstehendes Ende in der Tiefe gefunden haben. Übrigens ist wohl niemals diejenige Teufe, in welcher heute die Erzgänge angetroffen und abgebaut werden, zugleich diejenige, in welcher der Erzabsatz ursprünglich vor sich gegangen ist; vielmehr ist anzunehmen, daß die Denudation seit der Bildung der Gänge noch große Gebirgsmächtigkeiten entfernt hat. Daß diese Mächtigkeiten manchmal einige Kilometern betragen haben können, ist jedenfalls auch nicht abzuleugnen. Wenn gleichwohl manchmal behauptet wird, daß ein Gang in der Tiefe aufhöre, so sind solche Angaben vom Theoretiker mit Vorsicht aufzunehmen; für die Bergleute freilich hat der Gang dort sein Ende, wo er taub oder unbauwürdig wird, die Spalte aber setzt trotz allem weiter in die Teufe und wird vielleicht sogar in größerer Teufe wieder von bauwürdigen Erzen erfüllt sein. In jedem Fall bedürfen solche Angaben einer besonderen Aufklärung.

Zu Littai in Krain werden die Gänge in der Tiefe durch flachfallende Störungen abgeschnitten, und ihre Fortsetzung ist unter letzteren noch nicht ausgerichtet. Ein derartiges Abschneiden mag wohl auch an anderen Orten vorgekommen sein und dem Grubenbetrieb ein Ende gemacht haben, hat indessen offenbar mit der hier berührten Frage nichts zu tun. Ebenso belanglos sind alle jene Fälle, in welchen sich wohl die Spalte nach unten fortsetzte, die Abbauwürdigkeit ihrer Füllung hingegen aufhörte, sei es, weil sich die Spalte nach unten verschmälerte oder zertrümerte, sei es, weil sich der Wert der Füllung änderte, indem z. B. Bleiglanz durch Zinkblende, Strontianit durch Kalkspat verdrängt wurde oder an die Stelle edler Silbererze Bleierze traten, sei es, weil sich technische Schwierigkeiten einstellten, deren Überwindung sich nicht durch den Wert der Förderung bezahlt machte.

[1]) l. c. 454.

[2]) Principles of North American precambrian Geology, XVI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1894—95, part. I, 593. — Some principles controlling the deposition of ores; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 32.

[3]) Schmeißer, Die Goldfelder Australasiens, 1897, 65.



Da auf solche Fragen später noch des weiteren eingegangen werden soll, sei einstweilen nur folgendes betont:

1. Die etwaige Verdrückung eines vorher mächtigen Ganges ist noch kein Beweis für dessen baldiges Spaltenende. Denn so lange die Spalte fortsetzt, ist auch die Möglichkeit ihrer erneuten Erweiterung und Ausfüllung mit Erz vorhanden. Es ist allerdings leichter, taube Zonen in horizontaler als in vertikaler Richtung zu überwinden.
2. Die sog. „Rasenläufer“, welche sich nahe am Tage auskeilen sollten, haben sich bisher als große, in die Tiefe fortsetzende Gänge erwiesen.

Sowohl Burat wie v. Cotta wiesen darauf hin, daß das untere Ende der Erzgänge bis dahin nur in ganz vereinzelten Fällen erreicht worden sei und daß die meisten Erzgänge unzweifelhaft in noch weit größere Teufe hinabreichen als die, bis zu welcher sie dermalen der Bergbau verfolgen kann. Übrigens kann sich der Praktiker gern mit den Ansichten auch derjenigen Theoretiker zufrieden geben, welche eine Fortsetzung der Spalten bis in größere Tiefen bestreiten, und nach welchen eine Erstreckung der Spalten unter 2600 m, im günstigsten Falle unter 4000 m unmöglich sein soll; denn derartige Tiefen sind für den Bergbau wohl „ewig unerreichbar“, schon sie sind für den Bergmann die „ewige Teufe“, bis zu der er aus technischen Gründen niemals wird vordringen können.

Es versteht sich von selbst, daß bei höheren Temperaturen im Erdinnern, welche schon in verhältnismäßig geringer Teufe walten dürften, die Erzgänge als solche aufhören müssen zu bestehen. Man wird sie also immerhin als oberflächliche Erscheinungen in der Erdkruste zu bezeichnen haben.

Abweichungen vom ebenen Verlauf und der plattenförmigen Gestalt der Gänge. Bei obiger allgemeinen Behandlung wurden die Gänge als ebene, durch parallele Flächen begrenzte Platten, d. h. als Ausfüllungen in einer Ebene liegender, überall gleich weiter Spalten betrachtet. In der Tat entsprechen auch recht viele Gänge für kleine Erstreckungen dieser Auffassung. Faßt man hingegen den Gesamtverlauf eines Ganges nach Streichen und Fallen ins Auge, so ergeben sich wohl stets größere oder geringere Abweichungen von jener einfachen und regelmäßigen Form. Die Spalten verlaufen wohl nie ganz geradlinig, da Gesteinsmassen, welche sich gegenüber einer Zerreißung ideal homogen verhalten, nicht vorkommen. Vielmehr werden immer größere oder kleinere Festigkeitsunterschiede vorhanden sein, so daß die Bruchfläche in selbst anscheinend völlig homogenem Gestein wenigstens schwach wellenförmig verläuft.[1])

Kleinere Biegungen und Undulationen der Gangfläche sind gewöhnlich. Dabei hält immerhin der Gang ein und dasselbe Hauptstreichen und Hauptfallen ein, d. h. man kann sich in den Gang eine Ebene gelegt denken, deren

[1]) Beuther, Über Gangbildungen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., L, 1891, 165—167, 195—198, 215—219.



Streichen und Fallen dem durchschnittlichen Verhalten desselben entspricht. Man wird dann gut tun, eine solche Streich- und Fallrichtung, welche ideelle Linien sind, zu unterscheiden von solchen, welche tatsächlich existieren und an den verschiedensten Orten des Ganges bestimmt werden können.[1])

Nicht selten zeigen Gänge plötzliche, oft beträchtliche Wendungen und Veränderungen ihres Fallens oder Streichens. Bei geändertem Streichen sagt man: der Gang kommt aus der Stunde, bei geändertem Fallen: der Gang stürzt oder hebt sich, verflächt sich, schlägt Haken.

So fällt, um einige Freiberger Beispiele zu nennen, der Teichflache auf Himmelsfürst bis zur 5. Gezeugstrecke unter 50°, stürzt sich dann mit 70—75° bis unter die 6. Gezeugstrecke und nimmt dann wieder das alte Fallen an. Der Neu-Glück-Stehende auf Alte Hoffnung Gottes, Großvoigtsberg, fällt zwischen 0 und 60°, im Durchschnitt 35—40°. Der Karl-Morgengang auf Beschert Glück schwankt im Streichen innerhalb 45°, im Fallen zwischen 10 und 50°. Der Abendstern-Morgengang auf Neuer Morgenstern ist eine windschiefe Ebene, die teils 75° W., teils seiger, teils 85° O. einfällt. Ähnlich verhält sich der Teufelsgrundergang im Münsterthal in Baden.[2]) Ein echter Hakengang ist nach Beyschlag[3]) der Kleine Johannes bei Kamsdorf in Thüringen.



Fig. 103. Der Gang „wirft Bäuche".

Es ist nicht immer leicht, primäre Änderungen der Streich- und Fallrichtung von solchen zu unterscheiden, welche auf Störungen beruhen. So nehmen die für gewöhnlich unter 50° einfallenden Gänge von Holzappel mitunter eine flachere Neigung von 10—30° an. Man hat erst ziemlich spät erkannt, daß dort die sog. „Bänke", d. s. die flacher fallenden Gangteile, durch horizontalen Druck gestreckt und umgebogen worden sind.[4])

Eine Abweichung von der ideal plattenförmigen Gestalt wird ferner bedingt durch einen Mächtigkeitswechsel. Von einem Schmälerwerden als einer Art der Endigung eines Ganges war bereits die Rede; der Gang verdrückt sich dann. Im gegenteiligen Fall „tut der Gang sich auf" oder „wirft einen Bauch" (Fig. 103). Im Extrem kann die Wiederholung eines solchen Mächtigkeitswechsels zu einer Zerteilung des Ganges in einzelne Linsen führen (siehe auch Fig. 104 u. 105).

---

[1]) Pošepný, Geologische Betrachtungen über die Gangspalten; Leobener Jahrb., XXII, 1874, 245. Über die exakte Bestimmung des Hauptstreichens und Hauptfallens siehe Weisbach, Karst. Arch., XIV, 1840, 159—174.

[2]) A. Schmidt, Die Geologie des Münsterthales im Badischen Schwarzwald, III, 1889, 57—58.

[3]) Die Erzlagerstätten in der Umgebung von Kamsdorf in Thüringen; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. für 1888, 329—377, Taf. VIII.

[4]) Beschreibung der Bergreviere Wiesbaden und Diez; herausgeg. v. k. Oberbergamte zu Bonn, 1893, 107—108.

Besondere Unregelmäßsigkeiten in den Formverhältnissen der Gangspalten. Häufig erleidet eine Spalte eine Verästelung, indem sie sich in zwei oder mehrere Teile zerschlägt, eine Erscheinung, welche besonders gern gegen das Ende ihres Verlaufes eintritt. Man unterscheidet dann die Gabelung von der Zertrümmerung. Von einer Gabelung spricht man, wenn ein Gang sich in zwei oder mehrere größere Arme teilt, die vom Teilungspunkt aus mehr oder weniger regelmäßig divergieren und weiterhin wie selbständige kleinere Gänge erscheinen. Eine solche Gabelung läßt sich im Streichen wie im Fallen, in letzterem Fall dann nach aufwärts (Fig. 106) oder abwärts, beobachten. Für eine Gabelung im Streichen bildet der Stahlberg bei Müsen (Fig. 102) ein ausgezeichnetes Beispiel. Der Gang von Holzappel in Nassau hat im Osten einen 30—50 cm mächtigen einheitlichen Körper und gabelt sich im mittleren Teil in drei Äste, welche weiterhin gesondert sind und in ziemlich gleichen Entfernungen nebeneinander hinstreichen. Einige Schneeberger Kobaltgänge gabeln sich in der Richtung des Streichens oder des Fallens in zwei oder mehrere Haupttrümer.[1]) Die Gabelung ist die Folge eines und desselben, die Spalten bildenden Prozesses; die Zweige sind gleich alt mit dem sich gabelnden Gang und haben dieselbe Füllung unter sich und mit jenem.

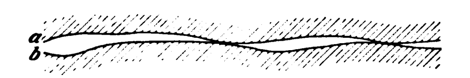


Fig. 104. Die ungleichmäßige Mächtigkeit einer Gangspalte kann durch eine Verschiebung der Spaltenwände bedingt sein.

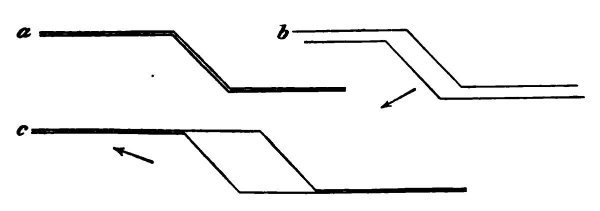


Fig. 105. Schematische Darstellung von Spaltenerweiterungen durch Verschiebung der Spaltenwände.

Man spricht von einer Zertrümmerung, wenn von der Hauptspalte (dem Hauptkörper), die unverändert fortsetzt, Nebenspalten abzweigen. Die Richtung der „Trümer" ist im Streichen und Fallen ungefähr dieselbe wie die des Hauptganges.[2]) Ein sich zertrümmernder Gang verhält sich demnach anders als ein sich zerschlagender, der sich in eine Anzahl von schwächeren Gängen auflöst (s. S. 474).
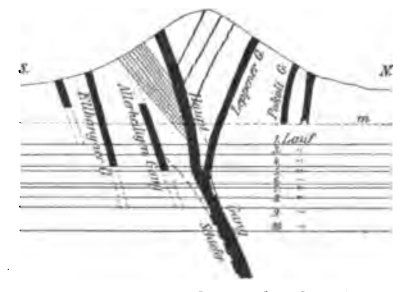


Fig. 106. Gabelung des Großgrubner Hauptganges zu Felsöbánya. (Nach Szellemy, 1894.) Das Profil reicht bis 629 m unter den Berggipfel.

---

[1]) Nach H. Müller, Gangstudien, III, 109. Weitere Beispiele bei Naumann, Geognosie, 2. Aufl., III. 544.

[2]) Die Schreibweise Trum entspricht sächsischem Gebrauch; die Harzer Bergleute schreiben Trumm. Offenbar hängt das Wort zusammen mit zertrümmern, und in manchen Gegenden bedeutet „Trumm" soviel wie Bruchstück. Gleichwohl dürfte die hier ge-

Nach ihrem Verhältnis zum Hauptgang bezeichnet man die Trümer mit besonderen Namen. Bogentrümer (Fig. 107) sind Nebenspalten, die, nachdem sie einen Bogen beschrieben haben, sich wieder mit dem Gang vereinigen. Dieses Verhältnis kann nach allen Richtungen hin statthaben, so daß dann das Bogentrum die Gestalt eines mehr oder weniger regelmäßigen Kugelabschnittes besitzt, dessen Basis mit dem Salband des Ganges zusammenfällt. Unter einem Quer- oder Diagonaltrum (Fig. 102, 108 u. 109) versteht man eine Nebenspalte, welche unter spitzem Winkel vom Hauptgang oder einem Trum nach einem anderen Trum oder einem parallel streichenden Gang hinüberführt. Abgehende Trümer, Abgezogene, Abgerissene, Abkommende, Ausläufer, Ausreißer (Fig. 110) sind solche Nebenspalten, die sich vom Gang entfernen und allmählich verlieren. Mitgehende, Gefährten, begleitende Trümer, Bahnen (zu Mansfeld) sind solche, die sich neben und parallel dem Gange hinziehen, ohne in einem erkennbaren Zusammenhang mit demselben zu stehen. Werden die Trümer zahlreicher und größer und nähern sie sich in ihren Dimensionen dem Hauptgang, so pflegt man diesen letzteren, wenn er sich immer noch durch Konstanz des Verlaufes und seine Erzführung vor den übrigen auszeichnet, als das Haupttrum (entsprechend im spanischen: veta madre) zu bezeichnen. Die Trümerbildung kann schließlich einen solchen Umfang annehmen, daß der ganze Gang in gewissen Teilen seines Verlaufes oder auf ganze Erstreckungen hin in viele Trümer zerschlagen ist, derart, daß der Hauptstamm nicht

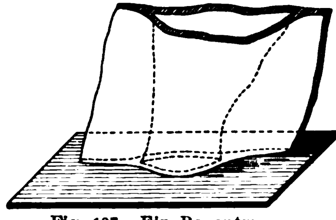


Fig. 107. Ein Bogentrum. (v. Groddeck.)

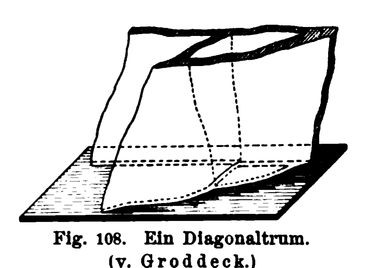


Fig. 108. Ein Diagonaltrum. (v. Groddeck.)

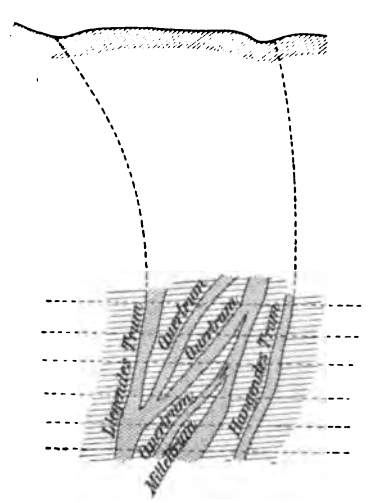


Fig. 109. Profil durch den Müsener Stahlberg nach ab in Fig. 102. (Nöggerath, 1863.)

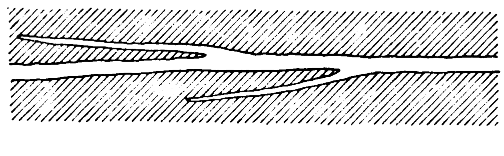


Fig. 110. „Abgehende Trümer."

---

pflogene Schreibweise vor der Verwechselung schützen, daß es sich um eine wirkliche Zerstückelung, eine breccienartige Zerrüttung der Gangfüllung handeln könne.

mehr erkannt und verfolgt werden kann. Es besteht dann der Gang aus einer Vielzahl von kleinen Spalten, die bald parallel verlaufen, bald sich durchkreuzen, bald sich abzweigen und wieder vereinigen oder auskeilen. Aus dem einfachen Gang ist ein Trümerzug geworden, ein körperliches Netz von Spalten, das aber, obwohl kein ständiger Hauptgang mehr vorhanden ist, in seiner Gesamtheit doch immer noch einen plattenförmigen Verlauf besitzt; man spricht dann von einem Trümergang oder zusammengesetzten Gang,[1]) und der Harzer Bergmann bezeichnet solchen als Gangzug. Dieser Art sind wohl die meisten Gänge, von denen auffällig große Gangmächtigkeiten von 50, 80, 100 oder noch mehr Meter angegeben werden (s. o. S. 473). Die seitliche Abgrenzung eines solchen zusammengesetzten Ganges kann zu beiden Seiten ausgeprägt sein, auf beiden Seiten fehlen, oder sie ist nur auf einer Seite vorhanden. In letzterem Fall wird meist das Liegende durch ein scharfes Salband bezeichnet (Fig. 111). Im Hangenden verläuft dann der Gang durch ein Netzwerk von Trümern allmählich ins Nebengestein. Die einzelnen Trümer eines zusammengesetzten Ganges können nach Streichen, Fallen und Mächtigkeit sehr verschiedene Dimensionen haben, so daß sie bald nur dann abbaufähig sind, wenn sie zu mehreren mit demselben Stoß hereingewonnen werden können, bald für sich allein auf längere oder kürzere Zeit den Gegenstand des Abbaues darstellen.

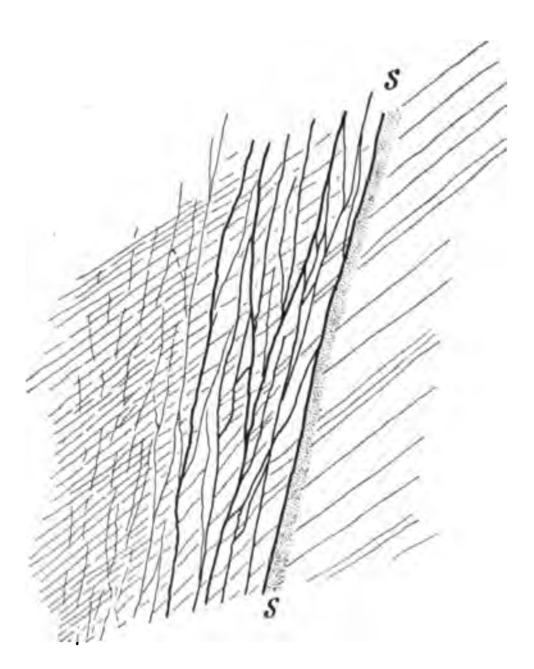


Fig. 111. Zusammengesetzter Gang. S Salband im Liegenden.

Beispiele für zusammengesetzte Gänge bilden diejenigen von Clausthal, die Golderzgänge von Kremnitz in Ungarn und die Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf bei Freiberg. Hier verlief der Gang in einer 120 m breiten Zone eines dunklen, kohlenstoffreichen Gesteines zwischen Alaunschiefer, Kieselschiefer, Graphitschiefer und Gneis und war nur im mittleren Teil seines Verlaufes ungeteilt; nach beiden Seiten hin ging er dagegen in mehrere Haupt- und Nebentrümer auseinander, die sich vielfach verästelten und verzweigten. Der Spitaler Gang zu Schemnitz bildet eine 40 m mächtige Zone von Gängen, Klüften und Trümern im Propylit. Ähnlich verhält es sich mit den 19—30 m mächtigen Gängen von Kremnitz. Die Zinkerzlagerstätten im Lenneschiefer des Deutzer

[1]) von Cotta, Über den sogenannten Gangthonschiefer von Clausthal; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXIII, 1864, 395.

Reviers[1]) bilden mehrere zusammengesetzte Gänge im gefalteten Schiefer. Entweder sind jene Zerrüttungszonen („Gänge") nur wenige Meter mächtig und haben dann scharfe Salbänder oder sie erreichen Mächtigkeiten von 8—10, 40—100, auf der Grube Lüderich sogar bis zu 250 m; man beobachtet dann nur noch im Hangenden oder Liegenden deutlich entwickelte Salbänder. Die (zusammengesetzten) „Gänge" hat man auf 50—100, einzelne bis auf 4100 m streichende Länge verfolgt. Die Lenneschiefer haben innerhalb derselben entweder ihre Schichtung gewahrt oder — und das ist das Gewöhnliche — sie sind geknickt, gebogen, gefaltet, von Rutsch- und Spiegelflächen durchzogen und zu tonigen und lettigen Massen zersetzt. Innerhalb der „Gänge" besteht ein mehr oder weniger kompliziertes Netzwerk von scharf begrenzten Erztrümern, die sich zusammenscharen oder auseinanderlaufen, im Streichen und Fallen, nach oben und unten sich rasch verdrücken oder erweitern. Im einzelnen haben die Trümer etwas veränderliches Streichen, in ihrer Gesamtheit laufen sie dem „Gang" gewöhnlich parallel, auf der Grube Apfel indessen quer zu demselben. Die Trümer lassen sich im Streichen bis 150 m weit verfolgen und sind 1, stellenweise 3—4, seltener 15—30 m mächtig.

Übrigens sind zusammengesetzte Gänge sehr häufig. Bei ihrem Abbau muß mit großer Umsicht vorgegangen werden, da es sonst nur zu leicht geschieht, daß reiche Trümer vollkommen übersehen werden. Man darf nicht unterlassen, des öfteren querschlägig in das scheinbare Hangende und Liegende einzudringen. Erst dann, wenn das Nebengestein ein normales Verhalten, z. B. seine ungestörte Schichtung zeigt, darf man annehmen, daß die ganze Zerrüttungszone durchfahren worden ist.

Die Stockwerke oder Trümernetze finden am passendsten im Anschluß an zusammengesetzte Gänge ihre Erwähnung. Unter Stockwerk verstand man ursprünglich[2]) eine Art von Grubenbau auf einer mindestens 7 Lachter mächtigen Erzmasse ohne ausgesprochenes Streichen. Später änderte sich der Begriff, so daß schon Werner[3]) sagt: „Stockwerke in der dermaligen Bedeutung des Wortes sind ganze, mehr oder weniger weit erstreckte Stücken Gebirge, die von einer fast unzähligen Menge ganz schwacher kleiner Gänge meist nach allen Richtungen durchzogen sind oder durchschwärmt werden." Man hat es also mit einer Erscheinung zu tun, welche insofern den zusammengesetzten Gängen ähnlich ist, als es sich dabei gleichfalls um eine Vielzahl kleiner Trümer handelt. Das Besondere der Stockwerke aber liegt darin, daß solche Netzwerke von Trümern nicht mehr einer einzigen Richtung folgen und in ihrer Gesamtheit einen gangförmigen Eindruck hervorbringen, sondern daß sie sich innerhalb eines oder mehrerer Gesteinskörper nach allen Richtungen gleichmäßig ausbreiten. Die äußere Abgrenzung ist dann ähnlich wie bei manchen zusammengesetzten Gängen. Sie erfolgt ganz allmählich in unbestimmter und regelloser Weise dadurch, daß die Trümer spärlicher und feiner werden und schließlich ganz verschwinden. Ein Stockwerk ist also wiederum eine ganze Summe von Einzelspalten und -Spältchen und die Gesamtform der stockwerksartigen Lagerstätten keineswegs ein für allemal bestimmt; dieselbe ist vielmehr lediglich abhängig von der

[1]) Außer Stelzners eigenen Beobachtungen Buff, Beschreibung des Bergreviers Deutz. Bonn 1882, 41, 69; Ref. N. Jahrb., 1883, II, — 193 —.

[2]) v. Schoenberg, Ausführliche Berginformation. Leipzig 1693, 91. — Herttwig, Neues und vollkommenes Bergbuch, 1710, 2. Aufl. 1734, 374.

[3]) Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, 1791, 4.



räumlichen Ausdehnung, welche die zerspaltenden und zersplitternden Vorgänge innerhalb eines Gebietes in jedem Einzelfalle gewonnen haben. Die kleinen Trümer eines Stockwerks würden für sich allein unabbauwürdig sein; sie werden erst dadurch gewinnungsfähig, daß sich durch den gleichen Abbau gleichzeitig eine Vielzahl derselben hereingewinnen läßt.

Wenn das Maschennetz von Trümern innerhalb eines Gesteinskörpers sehr eng ist, und wenn sich **das Erz nicht bloß als Füllung der Trümer selbst, sondern auch als Imprägnation** des Gesteines neben den Trümern findet, so kann das ganze **durchtrümerte** Gestein in seiner Gesamtheit zum „Erz", d. h. zu einer gewinnungs- und aufbereitungswürdigen Masse werden. Die Stockwerke können mithin einen ausgedehnten Weitungsbau veranlassen.

Ein typisches Stockwerkvorkommen ist das „Zwitterstockwerk" der Zinnerzlagerstätte von Altenberg in Sachsen. Ebenso sind auch die Zinnerzlagerstätten von Villeder[1]) in der Bretagne, sowie die von Vaulry im Limousin[2]) Stockwerke. Nach H. Credner[3]) stellen die Elgersburger Braunsteingruben in Thüringen ein trümerreiches Stockwerk von Eisenstein- und Braunsteingängen in Porphyr mit einem dementsprechenden labyrinthischen Bergbau dar. Die Golderzlagerstätten von Verespatak in Siebenbürgen bilden ein Netzwerk goldführender Gänge, Trümer und Klüfte im Dacit, Dacittuff und Karpathensandstein, und nach v. Groddeck[4]) treten die Zinnobererze von Avala in Serbien in Serpentin in gleicher Weise auf.



Fig. 112. Zinnerzführendes Stockwerk von Villeder (Morbihan). (Renouf, 1858.)

Die Bezeichnung „Stock" für „Stockwerk" ist unzulässig, da mit ersterer höchst verschiedenartige Lagerstätten gemeint worden sind. Am besten dürfte es sein, ersteres Wort überhaupt aus der Terminologie der wissenschaftlichen Lagerstättenlehre auszuscheiden.[5])

Die Gabelungen und Zertrümerungen der Gänge sind auch in juristischer Beziehung von Interesse. Früher wurden in Sachsen einzelne Gänge verliehen, und zwar wurden im Streichen des Ganges „Lehen" zu 7 Lachter zugemessen; dazu kamen noch $3^1/_2$ Lachter Feld im Hangenden und ebensoviel im Liegenden des Ganges, welche samt dem Gang eine „Vierung" ausmachten. 6 Lehen gaben eine „Fundgrube".[6]) Die Besitzverhältnisse wurden offenbar recht unklare, sobald

[1]) Daubrée, Les eaux souterraines, III, 1887, 148.

[2]) Mallard, Note sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche; Ann. d. mines (6), X, 1866, 321—352.

[3]) Heinr. Credner, Übersicht der geognost. Verhältnisse Thüringens und des Harzes, 1843, 130.

[4]) Über das Vorkommen von Quecksilbererzen im Avalaberge bei Belgrad in Serbien; Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., XXXIII, 1885, 112—128.

[5]) Siehe darüber auch Reyer, Was versteht man unter dem Worte „Stock"?; Berg- u. Hüttenm. Jahrb. d. k. k. Bergak., 1881, XXIX, 21—26.

[6]) Haupt, Bausteine zur Philosophie der Geschichte des Bergbaues, 1865, 47—48. — A. W. Köhler, Anleitung zu den Rechten und der Verfassung bei dem Bergbaue im Königreich Sachsen, II. Aufl. 1824, 304 ff.

die Gänge sich gabelten oder zertrümerten; man hat dieselben daher später durch senkrechte Markscheiden neu geregelt. Letztere Verleihungsart ist indessen nicht in allen Ländern, merkwürdigerweise auch in den Vereinigten Staaten nicht, eingeführt. Nach nordamerikanischem Gesetz werden die Gänge immer noch als solche verliehen, und zwar — theoretisch — nur Gänge, an welchen wenigstens ein Salband deutlich entwickelt ist.[1] Die nächste Folge solcher Verhältnisse sind fortdauernde Prozesse; was die Grube bringt, fließt allzuhäufig nur in die Tasche des Advokaten.

Räumliche Beziehungen zwischen Spalten (Gängen) und ihrem Nebengestein. Nach ihren Beziehungen zum Nebengestein unterscheidet man Quergänge, Lagergänge und Gänge auf Gebirgsscheiden.

1. Die Quergänge finden sich in eruptiven und sedimentären Gesteinen und durchsetzen wohl auch Gesteinskörper beider Entstehung zugleich (wie z. B. in Freiberg Gneis und Porphyr). Sie entsprechen den am häufigsten auftretenden Spalten.

2. Von Lagergängen kann man nur bei geschichtetem Gestein sprechen; sie haben mit den Schichten gleiches Fallen und Streichen, füllen also Spalten aus, welche längs der Schichtfugen aufgerissen sind. Sie haben demnach eine allgemeine Ähnlichkeit mit den Lagern, und manchmal ist es schwer, Lager und Lagergänge voneinander zu unterscheiden. Als Unterscheidungsmerkmale zwischen beiden können folgende gelten:

Die Lagergänge können begleitet sein von gangartigen Ausläufern, welche die Schichten, besonders gern im Hangenden, quer durchschneiden; manchmal werden sie im Streichen oder Fallen zu Quergängen oder springen längs kurzer Querspalten von einer Schichtfuge auf eine andere über. Im übrigen gilt das schon früher zur Charakteristik der schichtigen Lagerstätten Angeführte.[2] Manchmal liegt auch die Täuschung nahe, echte Quergänge für Lagergänge zu halten, wenn die Schichtenköpfe längs der Spalte durch Schleppung umgebogen sind und dieser bis auf einige seitliche Entfernung parallel streichen (Fig. 129).

Beispiele für Lagergänge bilden wenigstens teilweise die Kupferkiesgänge von Kitzbühel in Tirol,[3] ferner die seit Ende des XVII. Jahrhunderts abgebauten Gänge von Aamdal in Skafse (Thelemarken, etwa 10 km südlich vom Westende des Bandaks vand), welche „Springgänge“ ins Hangende (Glimmer- und Hornblendeschiefer) entsenden.[4] Die Zinkblende-Bleiglanzgänge von Deutsch-Feistritz und Peggau in Steiermark[5] sind so typische Lagergänge, daß sie von den Bergleuten gemeinhin als Lager bezeichnet werden. Auch die Goldgänge Australiens sind vielfach Lagergänge, und ferner werden zahlreiche lagerartige Goldquarzmassen in den Alleghanies für solche gehalten.[6]

---

[1]) Emmons, Notes on the geology of Butte, Montana; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 58—59.

[2]) S. 102—108.

[3]) Pošepný, Archiv f. prakt. Geologie, I, 1880, 424 ff.

[4]) Vogt, Norske ertsforekomster, II, 1887, 52—101, Taf. V—VIII.

[5]) Setz, Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 358.

[6]) Devereux, Gold and its associated minerals at King's Mountain, North Carolina; Eng. Min. Journ., XXXI, 1881, 39—40.

3. Gänge auf Gebirgsscheiden, d. h. auf der Grenze zwischen zwei Gesteinskörpern, können sein:

a) Erzabsätze zwischen Sedimenten und deckenförmigen Gesteinsergüssen; bei einigen bekannteren Vorkommnissen ist zugleich auch ein Metasomatismus oder eine Höhlenbildung zu beobachten, so daß dieselben passender später erörtert werden (z. B. Leadville in Colorado).

b) Als Kontaktlagerstätten i. e. S. hat man solche bezeichnet, welche an der Grenze zwischen eruptiven Gängen und sedimentären Gesteinen auftreten (Banat, Gegend von Campiglia). Das Erz ist in solchen Fällen ein Ausfluß des Eruptivgesteins.

c) Gänge auf Verwerfungsspalten sind nächst den gewöhnlichen Querspalten die häufigsten.[1]

Als solcher ist die Kunnersteiner Verwerfung bei Augustusburg in Sachsen zu erwähnen, welche den Phyllit gegen den Zweiglimmergneis verwirft und zur Bildung eines 4 bis 10 m mächtigen Flußspatganges geführt hat. Zahlreiche Eisen- und Manganerzgänge des Erzgebirges liegen auf Verwerfungsspalten.[2] Der Rote Kamm bei Schneeberg in Sachsen bringt die äußeren Zonen des Kontakthofes (Fruchtschiefer) in unmittelbare Berührung mit dem Oberschlemaer Granit und bewirkt eine Verwerfung von etwa 400 m. Er ist ein Roteisen-Manganerzgang (Fig. 113).

Fig. 113. Die Verwerfung durch den Roten Kamm bei Schneeberg i. S. (Dalmer, 1883.) *K* Roter Kamm, *Gn* Granitit, Z_1 Andalusitglimmerfels, Z_2 Fruchtschiefer, *P* Phyllit. Die lichtgehaltenen Partien bezeichnen die ehemalige Verbreitung der Kontaktgesteine. Die Sprunghöhe der Verwerfung beträgt ungefähr 400 m.

Die Grube Luise bei Horhausen, Reg.-Bezirk Coblenz, baute auf einem 4—6, seltener bis 10 m mächtigen, auf 460 m streichende Länge bauwürdigen Gang, der eine deutliche Verwerfungsspalte zwischen Grauwacke und Tonschiefer bildet.[3] Die Clausthaler Gänge verwerfen ihr Nebengestein. Am erheblichsten sind die Störungen längs des Bockswieser und Lautenthaler Gangzuges; so hat der Grünlindener Gang bei Bockswiese (Fig. 114) eine Verwerfung des Culmschiefers um 200 m mit sich gebracht, und die Feldortstrecken liegen teilweise sowohl im Oberdevon als auch im unterdevonischen Spiriferensandstein.[4] Die Erzgänge von Freudenstadt in Württemberg liegen auf einer

[1]) Längs Verwerfungsspalten treten jedenfalls sehr viele, genau genommen vielleicht alle Gänge auf, wenn sich das innerhalb eines petrographisch einförmigen Gebirges auch nicht immer nachweisen läßt.

[2]) Dalmer, Erläut. z. Sekt. Schneeberg der geol. Specialk. von Sachsen, 65 ff. — Schalch, Sekt. Johanngeorgenstadt, 115. Sekt. Schwarzenberg, 86, 92, 93, 98, 133, 141.

[3]) v. Groddeck, Lagerstätten, 190. — Hilt, Die Eisensteinlagerstätte der Grube Luise bei Horhausen; Zeitschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., XIII, 1865, 13.

[4]) v. Groddeck, l. c. 36.

Verwerfung zwischen Buntsandstein und Muschelkalk.[1]) Nach Köhler[2]) sind die Sprungklüfte des Steinkohlengebirges in ihrer streichenden Fortsetzung im älteren Gebirge (Culm und Devon) häufig Erzgänge; so wird die Sprungkluft „Münstergewand“ bei Aachen in ihrer Fortsetzung zum Hauptgang des Breinigerberges. Ferner liegt nach Hague und Iddings auch der Comstock Lode bei Virginia City auf einer Verwerfungsspalte in tertiärem Propylit. Ein ausgezeichnetes Beispiel eines auf einer Verwerfungsspalte liegenden Ganges ist die Quarzkupferkieslagerstätte von Boccheggiano bei Massa Marittima in Toskana (Fig. 115).

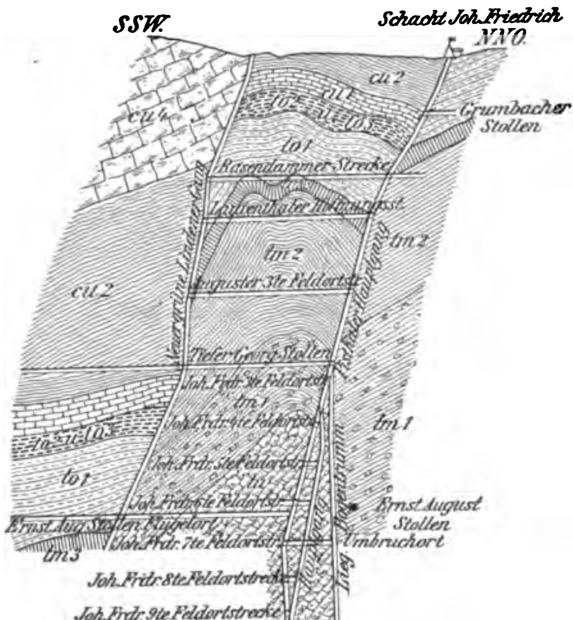


Fig. 114. Profil durch den Herzog Johann Friedrich-Schacht zu Bockswiese. tu Oberes Unterdevon (Kahlebergsandstein), tm_1 Calceola-Schiefer, tm_2 Wissenbacher Schiefer, tm_3 Stringocephalenkalk, to_1 Büdesheimer Schiefer, to_2, to_3 Adorferkalk und Clymenienkalk, cu_1 Kieselschiefer, cu_2 Posidonienschiefer, cu_4 Grauwacke. Maßstab 1:5400. (Beushausen, 1900.)

Einwirkung des Nebengesteins auf den Vorgang der Spaltenbildung. Verschiedene Gesteine können sich auch dem Aufreißen einer Spalte gegenüber ungleich verhalten; diese Erscheinung beruht in erster Linie auf dem verschiedenen Widerstand, welchen die Gesteine vermöge ihrer besonderen Struktur, vor allem aber wegen ihrer präexistierenden inneren Spaltungsverhältnisse der Zerspaltung entgegensetzen. So ist um Freiberg der glimmerärmere Himmelsfürster Gneis der Spaltenbildung günstiger als der glimmerreichere Wegefahrter Gneis. Ungünstig ist ferner der Hornblendegneis; in ihm zertrümern sich die Gänge (so auf Beschert Glück, Himmelsfürst, Zenith). Wo die Freiberger Gänge in Quarzporphyr übersetzen, verlieren sie meistens an Mächtigkeit oder zerschlagen sich in viele Trümer,

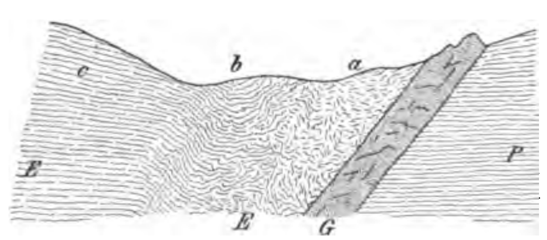


Fig. 115. Der Quarzkupferkiesgang von Boccheggiano erfüllt, 5 m mächtig, eine Verwerfungsspalte zwischen permischem Tonschiefer (P) und den Kalken und Schiefertonen des Eocän (E). a Hochgradig zerrüttetes, b noch ziemlich stark gestörtes, c normales Eocän. Breite der Zerrüttungszone ca. 40 m. (Manuskriptzeichnung von Bergeat, 1900.)

1) Sandberger, Untersuchungen über die Erzgänge von Wittichen im bad. Schwarzwalde; N. Jahrb., 1868, 388.

2) Bergbaukunde, 6. Aufl. 1903, 10.

deren Verlauf indessen demjenigen im Gneis entspricht (Fig. 116). Ähnlich verhält es sich auch im Schwarzwald, wo die Erzgänge beim Übertritt aus den kristallinen Schiefern in Felsitporphyr ihre Mächtigkeit und Erzführung verringern.[1])

Der Alexander-Spat auf Wolfgang Maaßen zu Schneeberg i. S. zerschlägt sich beim Übertritt in Granit in schmale Trümer. Sehr ungünstig ist oft der Tonschiefer für die Gangbildung. Auf Segen Gottes zu Gersdorf werden die im Gabbro und Granulit aufsetzenden Gänge im Tonschiefer zu tauben Klüften; ähnlich steht es zu Memmendorf, wo Gänge aus Glimmerschiefer in Tonschiefer übersetzen; zu Miltitz finden sich Gangtrümer nur im Kalkstein, nicht aber im Hornblende- und Tonschiefer. Am Cerro de Potosi in Bolivia sind die Silbererzgänge nur bauwürdig im Rhyolith; sobald sie in den Tonschiefer übersetzen, der am Fuß des Berges dem Eruptivgestein angelagert ist, verdrücken sie sich und vertauben sie.[2])

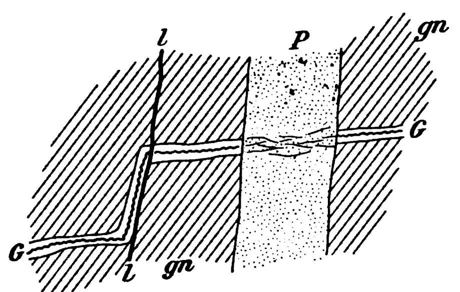


Fig. 116. Der Erzengel-Stehende wird durch eine Lettenkluft *l* abgelenkt und zerschlägt sich dann im Quarzporphyr *P*. *G* Gang, *gn* Gneis; 8. Gezeugstrecke im Abrahamschacht bei Freiberg. (Skizze von Stelzner.)

Gegenseitige räumliche Beziehungen zwischen benachbarten Gangspalten.

Meistens sind die Gänge zu mehreren gruppenweise vorhanden. Ihre gegenseitige Lage kann dann

1. eine irreguläre sein, d. h. es läßt sich keinerlei Gesetz erkennen, welches die gegenseitige Lage der Gänge beherrscht.

Wohl viel häufiger besteht indessen eine gewisse Regelmäßigkeit in der gegenseitigen Anordnung der Gänge desselben Gebiets. So ist besonders häufig zu beobachten, daß

2. die Gänge unter sich parallel sind, Parallelgänge, „Gangzüge", in der Bezeichnung des Freiberger (nicht Oberharzer!) Bergmanns, eine sehr häufige Erscheinung. Hierher gehören z. B. die Kongsberger Erzgänge, die Zwitterrisse von Geyer und Ehrenfriedersdorf, die ganz ähnlichen Zinnerzgänge im Felsitporphyr von Vegetable Creek Tin Mining Field in Neusüdwales; ferner die zahllosen, unter sich parallelen Zinnerzgänge im Granit von Cligga Point (Cornwall), die dem Granit das Aussehen eines geschichteten, in 1—3 Fuß mächtige Bänke zerteilten Gesteins geben.

3. Seltener ist die Anordnung der Erzgänge eine fächerförmige (Strahlengänge). So ist nach Tietze[3]) der Verlauf der Sprünge im Steinkohlengebiet um Jaworzno bei Krakau ein strahlenförmiger.

---

[1]) Daub, Die Feldstein-Porphyre und die Erzgänge des Münster-Thales bei Staufen; N. Jahrb., 1851, 17.

[2]) Rück, Die Silberminen von Potosi und einige allgemeine Bemerkungen über bolivianische Bergwerksverhältnisse; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVII, 1858, 283, 289.

[3]) Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Krakau; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXXVII, 1887, 504.

4. Unter einem **Gangnetz** versteht man Gruppen von parallelen Gangzügen, welche sich durchschneiden. Ein hervorragendes Beispiel eines Gangnetzes bietet das Freiberger Revier. Es durchschneiden sich hier in der Hauptsache Flache, Stehende und Spatgänge. Die ersteren gehören zumeist der „edlen Bleiformation“, die zweiten der „kiesigen Bleiformation“, im nördlichen Felde der „edlen Quarzformation“, die letzteren endlich, soweit es nicht taube Klüfte sind, der „barytischen Bleiformation“ an (s. Tafel II). In Yorkshire[1]) sind es hauptsächlich parallele Gänge zweier senkrecht aufeinander stehenden Richtungen (NO.—SW. und NW.—SO.), und ähnliches ist auch zu bemerken an den Gängen im Kohlenkalk von Flintshire,[2]) den Zinnerzgängen in der Marche und im Limousin.[3]) In vielen Gangnetzen ist von vornherein ein verschiedenes Alter der sich durchschneidenden, verschieden gerichteten Gangzüge wahrscheinlich und die Bestimmung desselben ein besonderes Studium wert. Hierauf soll später noch eingegangen werden.

Das räumliche Verhalten von zwei oder mehreren Spalten (Gängen) zueinander im besonderen. Wo mehrere Gänge so nebeneinander auftreten, daß sie streckenweise zusammenfallen, läßt sich folgendes beobachten:

1. Ein Gang kann derart parallel einem andern verlaufen, daß sich beide mit ihren Ulmen berühren. Es ist also entlang einem älteren Gang neuerdings eine jüngere Spalte aufgerissen, d. h. die ältere Spalte hat eine Erweiterung erfahren. Es läßt sich dieser Vorgang nur nachweisen, wenn die Spalte vor ihrer Erweiterung bereits ausgefüllt worden ist; siedelt sich in der Weitung neuerdings eine Füllung an, so entsteht ein Doppelgang, bezw. ein mehrfacher Gang.

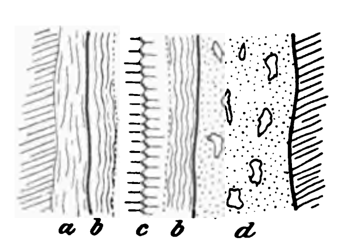


Fig. 117. Dreifacher Gang der Godolphin-Bridge-Grube. I. *a* Quarz, II. *b* achatartiger Quarz, *c* kristalliner Quarz, III. *d* Kupfererz. (v. Cotta, 1861.)

Fig. 118. Schleppung. (v. Groddeck.)

Ein dreifacher Gang ist der Kirschbaum-Stehende im Davidschachter Revier auf Himmelfahrt. Dort verwerfen mit Braunspat erfüllte Spalten die Gänge der kiesigen Bleiformation, und beide sind wiederum älter als die barytische Bleiformation.[4]) Füllungen, welche allen drei Formationen angehören, sind im Firstenbau der 7. Gezeugstrecke auf dem Kirschbaum-Stehenden im NO. vom Glückauf-Spat

[1]) Phillips and Louis, Ore deposits, II. ed. 1896, 281.

[2]) Moissenet, Sur le gisement du minerai de plomb dans le calcaire carbonifère du Flintshire; Ann. d. Mines (5), XI, 1857, 391 ff.

[3]) Mallard, Sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche; ebenda (6) X, 1866, 327.

[4]) Hoffmann, Über die Braunspathgänge im Felde von Himmelfahrt Fdgr. bei Freiberg; Jahrb. f. Berg- u. Hüttenw. im Kgr. Sachsen, 1888, 146 ff.

1889 zu beobachten gewesen. Einen dreifachen Gang in der Godolphin-Bridge-Grube bei Breague in Cornwall bringt v. Cotta zur Abbildung (Fig. 117).

2. Treffen zwei Spalten unter spitzem Winkel gegeneinander, so kann die jüngere der älteren eine Strecke weit folgen; die Gänge „schleppen sich" dann. Innerhalb der Schleppung oder Scharung wird dann der ältere Gang zum Doppelgang.

Auf der Grube Neu Unverhofft Glück bei Annaberg schleppt sich der Gottbeschert Glück-Stehende als ein 10 Zoll mächtiger, mit verkitteten kleinen abgerundeten Glimmerschieferkugeln erfüllter Gang mit dem Neu Unverhofft Glück-Flachen, der aufgelösten Glimmerschiefer und Baryttrümer führt[1]) (Fig. 119).

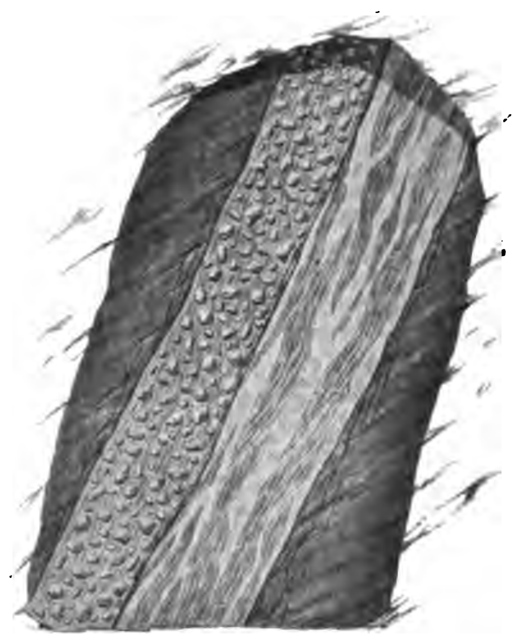


Fig. 119 Der Gottbeschert Glück-Stehende zu Annaberg. (v. Weißenbach, 1836.)

3. Spalten (Gänge) von verschiedener Richtung können „sich kreuzen", sie bilden „Gangkreuze". Haben beide Gänge annähernd gleiches Streichen, so spricht man von Durchfallungskreuzen; liegt die Durchkreuzungslinie annähernd im Fallen der beiden, so spricht man von einem Winkelkreuz, wenn der Durchschnitt unter einem rechten Winkel erfolgt, von einem Schar- oder Schleppungskreuz in allen andern Fällen. Die Füllungen der sich kreuzenden Spalten können gleichalterig sein und haben dann gleichen mineralogischen und strukturellen Charakter; die Füllung der einen wird dann mit der der anderen innig zusammenhängen, beide werden einen einheitlichen Körper bilden. War dagegen der eine Gang bereits

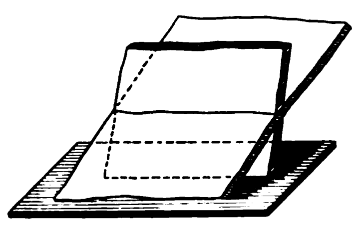


Fig. 120. Durchfallungskreuz. (v. Groddeck.)

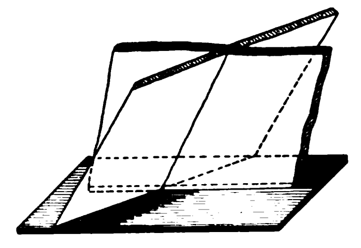


Fig. 121. Schar- oder Schleppungskreuz. (v. Groddeck.)

---

[1]) v. Weißenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge, 1836, Text 11—13, Abbildung Fig. 4.

gefüllt, ehe der jüngere aufriß, so setzt letzterer durch den ersteren hindurch („Durchsetzung"). Wie Werner[1]) (1791) zum erstenmal betonte, ist also der durchsetzte Gang stets älter als der durchsetzende.

Die Gangstörungen.

Da, wo eine Spalte eine andere kreuzt, zeigt die eine der beiden oder beide oft plötzliche und beträchtliche Störungen. Die Gangebene zerfällt dann derart in zwei Teile, daß die Verlängerung des einen nicht mehr mit dem andern zusammenfällt. Man hat dabei zwei Erscheinungen sorgfältig zu unterscheiden: nämlich die Ablenkung und die Verwerfung.

Die Ablenkung hängt aufs innigste zusammen mit der Entstehung der Spalte selbst; sie ereignete sich mit ihr gleichzeitig, die Spalte hat im Augenblick des Aufreißens die Richtungsänderung erfahren. Die Ablenkung ist die Folge einer ungleichen Widerstandsfähigkeit der durchrissenen Gesteinskörper und wird gewöhnlich bedingt durch schon vorhandene Klüfte, Risse, Gangfüllungen. Sie ist im kleinen an Fachwerkswänden zu beobachten: die Balken entsprechen in diesem Fall einer härteren Gesteinseinlagerung, etwa einer kompakten Gangfüllung. Bei der Verwerfung war die Spalte, deren Lage gestört wurde, schon vorhanden — sei es unausgefüllt oder ausgefüllt als Gang —, als längs einer Zerreißungsebene eine Verschiebung im Gebirge eintrat. Beide Arten der Störung können in ihrer Erscheinungsweise sehr ähnlich sein, die Ursachen aber sind ganz verschiedene; bei der Ablenkung ist dieselbe älter, es braucht nach der Gangbildung keine Bewegung stattgefunden zu haben. Liegendes und Hangendes haben ihre ursprüngliche Lage. Die Verwerfung ist jünger als der gestörte Gang, Hangendes und Liegendes der Störung haben ihre Lage verändert. Für den Bergmann ist die Frage, welche Art der Störung im einzelnen Fall vorliegt, wegen der Wiederausrichtung der Lagerstätte von hoher Wichtigkeit.

Ablenkungen[2]) können durch verschiedene Ursachen erzeugt werden:

1. An Schichtungsfugen, bezw. an Schichten von ungleicher Beschaffenheit.

So wird z. B. zu Přibram das Adalbert-Liegendtrum am 21. Adalbertlauf abgelenkt durch Schichtungsklüfte grobkörniger fester Grauwacke[3]) (Fig. 122); desgleichen werden nach Babanek[4]) die Přibramer Gänge auch durch tonige Schiefereinlagerungen abgelenkt. Zu Nagyag finden Ablenkungen der Klüfte durch die natürliche Bankung des Quarzpropylits statt.[5]) Der Wenzelgang

[1]) Gangtheorie, 53.

[2]) Köhler, Bergbaukunde, 6. Aufl. 1903, 43—45. — Grimm, Über Gangablenkungen zum Unterschiede von Gangverwerfungen; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., XIV, 1866, 121—123, 129—132. — Credner, Geognostische Beschreibung des Bergwerks-Distriktes von St. Andreasberg; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVII, 1865. — Babanek, Die Theorie der Gangablenkungen und deren praktische Anwendung bei den Ausrichtungs- und Aufschlußarbeiten; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XIX, 1871, 348—350.

[3]) Grimm, Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, 1869, 143.

[4]) Babanek, l. c.

[5]) Grimm, l. c.

im Frohnbachtal bei Wolfach ist ein Quergang im Gneis mit einem gewöhnlichen Fallen von 70—80° und bald östlichem, bald westlichem Einfallen; an einer Stelle freilich wird er zu einem richtigen Lagergang, „weil an jener

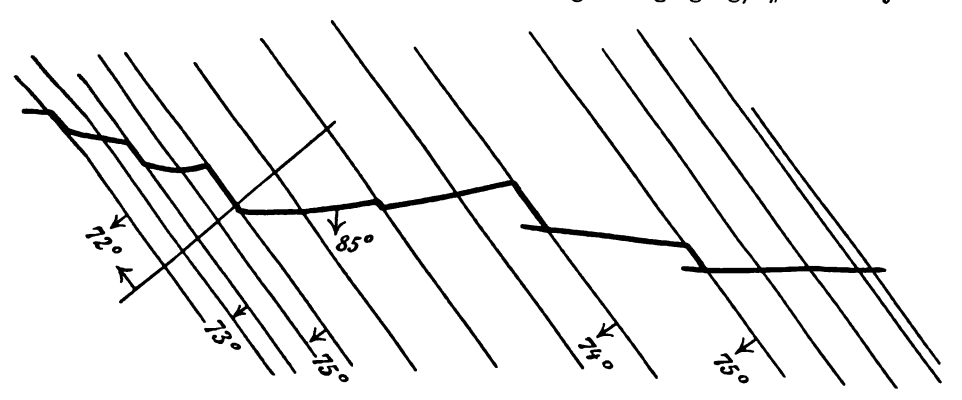


Fig. 122. Ablenkungen des Adalbert-Liegendtrums in Přibram an den Schichtungsklüften der grobkörnigen festen Grauwacke. (Grimm, 1869.)

Stelle die als Hangendes auftretenden Gneisbänke der aufreißenden Kraft in vertikaler Richtung einen größeren Widerstand entgegensetzten, als in jener der Schieferung". [1])



Fig. 123. Der Frischglücker-Stehende (Alte Hoffnung Gottes in Kleinvoigtsberg) zerschlägt sich und wird abgelenkt am Peter-Stehenden; in dessen Hangendem setzt er nicht fort. Grundriß. (v. Weißenbach, 1836.)

2. Eine häufige Erscheinung ist die Ablenkung durch gefüllte und ungefüllte Spalten. Geschieht dieselbe durch Gänge, so spricht man von Schleppungs-

[1]) Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, II, 1885, 316.

kreuzen. Der sich schleppende Gang ist der jüngere; er folgt so lange dem älteren, als es Größe und Richtung der aufreißenden Kraft gestattet, um endlich zertrümert oder nicht zertrümert die ältere Gangmasse zu durchkreuzen. Beispiele

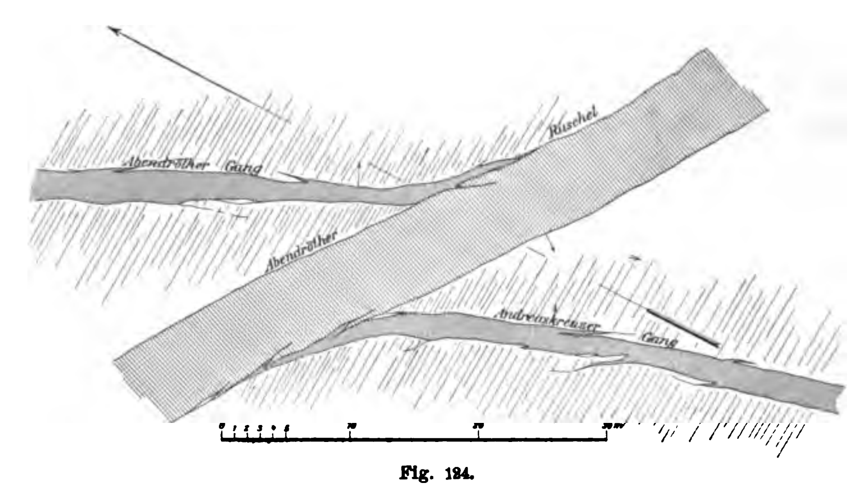


Fig. 124.

für solche Schleppungskreuze nennt Kühn¹) aus dem Freiberger Gebiet. Fig. 123 gibt die Abbildung einer Schleppung und Zertrümerung nach v. Weißenbach.

3. Besonders wichtig sind in manchen Gebieten die Ablenkungen an „Lettenklüften“, sog. „tauben Gängen“ und den „Ruscheln“.²)

Aus dem Přibramer Gebiet bildet Grimm³) die Verhältnisse des Adalbert-Liegendtrums ab, welche etwas an die zu St. Andreasberg zu beobachtenden Ab-

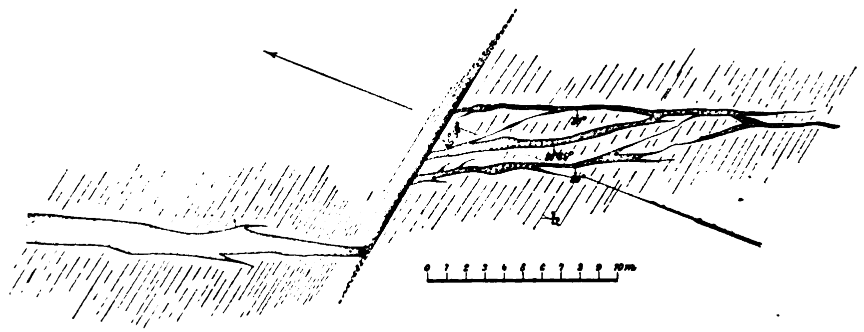


Fig. 125.

lenkungen erinnern. Ähnlich verhalten sich auch die Nagyager Golderzgänge zu den später zu besprechenden „Glauchklüften“ im Quarzpropylit (Grimm). Am bekanntesten sind solche Ablenkungen von St. Andreasberg im Harz, wo die „faulen Ruscheln“ die Gänge ablenkten; von den dortigen Verhältnissen sollen die Fig. 124—126 eine Vorstellung geben. Hierher sind jedenfalls auch

---

¹) Geognosie, II, 616.

²) s. S. 97.

³) l. c. 143, Fig. 57.

die Störungen zu stellen, welche im Rauriser Goldganggebiet (Salzburg) die Erzgänge durch die sog. „Neuner" erleiden. Letzteres sind schwarze schieferige Einlagerungen im körnigen, dickbänkig geschichteten Gneis, welche Anzeichen von Zersetzung, Zerreibung und Rutschungen erkennen lassen. Zwischen den Neunern haben die Gänge ein gleichgerichtetes Streichen, das aber in der Nähe dieser undeutlich wird. Durch die Neuner werden sie abgelenkt.[1])

In ähnlicher Weise wie Erzgänge werden übrigens auch Gesteinsgänge abgelenkt. So erfährt nach Lossen[2]) ein Porphyrgang in der Gegend von Tanne im Harz eine Ablenkung durch eine ältere Diabaseinlagerung. Bezeichnenderweise hatte Chr. Zimmermann den Porphyr für das ältere, den Diabas für das jüngere Gestein gehalten.

Besonderer Charakter der Ablenkungen und Unterschied von den Verwerfungen. Die Kennzeichen einer Ablenkung mögen nachstehend noch einmal zusammengefaßt werden.

1. Durch die Ablenkung wird nur der Gang selbst in seinem Verlauf gestört.
2. Es bestehen keine Andeutungen, daß längs des Ablenkers (Kluft, Gang, Schichtfugen, Gesteinseinlagerung) nach der Entstehung der abgelenkten Spalte, Bewegungen stattgehabt haben.[3]) Auf den Begrenzungsflächen des Ablenkers brauchen folglich keine Friktionsstreifen (s. u. S. 502) zu beobachten zu sein.
3. Die Ablenkung ist fast stets mit einer Schleppung verbunden.
4. Man erkennt häufig die Ablenkung daran, daß sich vom abgelenkten Gang nach seiner Fortsetzung feinere Trümer und Erzimprägnationen hinziehen, welche in sich kleine primäre Erzfüllungen darstellen. Sie dürfen, da im normalen Fall nach ihrer Entstehung auf dem Ablenker keine Bewegung mehr stattgefunden hat, keine brecciöse Struktur besitzen und sind in situ zu beobachten.

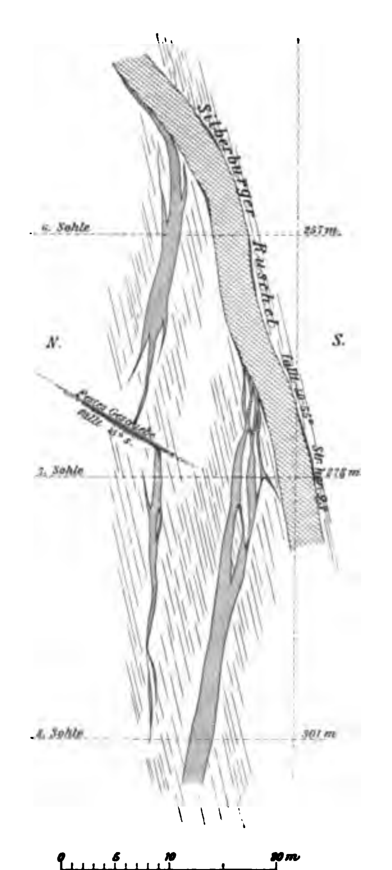


Fig. 126.

Fig. 124—126. Gangablenkung (Fig. 125), -Zertrümerung und -Schleppung längs der „Faulen Ruscheln" zu St. Andreasberg. Nach älteren Zeichnungen in der Rißsammlung der Clausthaler Bergakademie.

So lassen sich auf der Grube Anna zu Přibram die Gänge an den Ablenkungsstellen auf 4 und mehr Meter hin nur mehr als schmale, dünne Calcitschnüren, oft mit Siderit, manchmal mit Zinkblende und Bleiglanz, erkennen,

[1]) Pošepný, Archiv f. prakt. Geol., I, 1880, 31—32, 38—42.

[2]) Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. f. 1881, 26.

[3]) Es müßte denn sein, daß z. B. innerhalb einer Ruschel nachträglich Bewegungen stattgefunden haben.

dann erst tritt der Gang wieder in früherer Beschaffenheit, Mächtigkeit und Streichrichtung auf.[1]

5. Bei einer Verwerfung setzt der verworfene Gang mit voller Mächtigkeit bis an den Verwerfer; die beiden verworfenen Teile korrespondieren. Bei der Ablenkung ist der Gang oft entweder bloß einseitig oder beiderseitig zertrümert, wobei sich die beiderseitigen Trümer nicht zu entsprechen brauchen, d. h. wenn der Gang als zusammengesetzter gedacht wird, nicht aneinanderpassen müssen; dabei zieht sich nicht selten die Füllung der abgelenkten Spalte längs des Ablenkers hin.[2] Es ist also im allgemeinen ein Anzeichen der Ablenkung, wenn zu beiden Seiten einer einen Gang durchkreuzenden Spalte oder eines solchen Ganges die Teile jenes sich ungleich verhalten, so daß sie zwei verschiedenen Gängen anzugehören scheinen. Indessen ist es nicht ausgeschlossen, daß bei Verwerfungen von großer Sprunghöhe die diesseits und jenseits des Verwurfs liegenden Teile eines Ganges recht verschiedenes Aussehen und abweichende Mächtigkeit besitzen können.

Fig. 127. Scheinbare Verwerfung infolge Öffnung einer Spalte ohne gleichzeitige Verschiebung ihrer Wände.

Unter einer **Verwerfung** im weitesten Sinn des Wortes versteht man eine plötzliche Unterbrechung im stetigen Verlauf der Lagerstätte durch eine Zerreißung, indem längs der Ebene der letzteren eine Bewegung in irgend einer Richtung stattgefunden hat.

Alle nachstehenden Erörterungen über Verwerfungen der Gänge gelten selbstverständlich auch für alle übrigen plattenförmigen Lagerstätten, also auch für die schichtigen. Bei Flözen spricht man allerdings häufig nicht von Verwerfungen, sondern von Sprüngen, nicht von Verwerfern, sondern von Sprungklüften.

Eine Abweichung vom stetigen Verlauf eines Ganges entsteht bereits durch die Öffnung einer Spalte, welche denselben schräg durchsetzt (Fig. 127). Es besteht hierin der erste Akt einer Verwerfung, welcher zunächst zu einer scharfen Trennung des Gangkörpers in zwei Teile führt. Wohl ist dabei eine brecciöse Zertrümmerung des letzteren, niemals aber eine Zertrümerung in Gänge zweiter Ordnung möglich, wie bei der Ablenkung. Der zweite Vorgang bei der Verwerfung besteht in irgend einer Bewegung längs der aufgerissenen Spalte. Denkbar ist, daß die Bewegung nur eine einseitige, im Liegenden oder Hangenden, oder daß sie eine beiderseitige war; in letzterem Fall wären die beiden Möglichkeiten annehmbar, daß die zwei Teile nach ungleicher Richtung oder in derselben Richtung, aber in verschiedenem Grad bewegt worden wären. Bei jeder Verwerfung ist der Betrag der tatsächlichen Auseinanderrückung der getrennten Teile abhängig von der Größe der Bewegung und von der Richtung derselben, besonders aber von dem Winkel, welchen die letztere mit der

[1]) Babanek, l. c. 349.

[2]) Die Erzführung längs eines Ablenkers ist nicht immer leicht von derjenigen längs einer Verschiebung zu unterscheiden, welche durch eine Auswalzung und Schleppung infolge einer Bewegung verursacht ist; hiervon soll weiter unten noch die Rede sein.

Kreuzungslinie der beiden Spalten bildet. Im allgemeinsten Fall[1]) sind Bewegungsrichtung und Kreuzungslinie einander nicht parallel. Dann ist der gegenseitige Abstand der Schnittlinien zwischen den Gangteilen und dem Verwerfer, gemessen in der Richtung des Fallens, die flache Sprunghöhe. Die seigere Sprunghöhe ist die Vertikalprojektion der flachen. Als söhlige Sprungweite bezeichnet man den Abstand der beiden Schnittlinien, gemessen in der Ebene des Verwerfers in dessen Streichlinie (Seitenverschiebung, *ru* in Fig. 29 u. 30). Wäre die Bewegung nur eine Horizontalverschiebung gewesen, so entspräche die söhlige Sprungweite der wirklichen Größe der Bewegung.

Daß im Gegensatz zu den Ablenkungen auf den Verwerfern Bewegungen stattgefunden haben, läßt sich häufig und aus verschiedenartigen Anzeichen erkennen. Solche sind:

1. Rutschflächen.
2. Reibungsmehl, Reibungsbreccien, Kugeln.
3. Zusammentreffen verschiedenen Nebengesteins.
4. Schichtenbiegungen.
5. Zerrüttung des Hangenden.
6. Eine Terrassierung an der Tagesoberfläche.

1. Die Rutschflächen (Spiegel, Harnische)[2]) entstanden dadurch, daß sich die Unebenheiten der Spaltenwände gegenseitig abgeschliffen und geglättet haben. Die Glättung der Flächen ist oft eine so vollkommene, daß dieselben tatsächlich als Spiegel dienen können.[3])

2. Zwischen Spiegel und Gegenspiegel liegt oft noch ein feines Pulver, das Reibungsmehl, das für die mechanische Entstehung jener spricht. Analoger Entstehung sind die Reibungsbreccien, eckige Bruchstücke des Nebengesteins, die den Verwerfer erfüllen. Sind dieselben während der Bewegung einer drehenden Scheuerung ausgesetzt gewesen, so sind sie zu Reibungskonglomeraten, zu Kontaktgeschieben geworden, und die damit erfüllten Gänge heißen „Kugelgänge“, seltene, aber um so interessantere Erscheinungen. Solche sind dann angefüllt mit abgerundeten Fragmenten von der Beschaffenheit des Nebengesteins, welche eingebettet liegen in einem mürben („aufgelösten“) Zerreibsel dieses letzteren.

Schon Schmidt[4]) beschreibt an den Ecken und Kanten abgerundete Bruchstücke des Nebengesteins in den Gangspalten vom Michelszecher Gang in Westfalen, von Clausthal und Zellerfeld. Mehrfach ist die Erscheinung im Erzgebirge beobachtet worden. So fanden sich „Gneiskugeln“ auf Christbescherung, Alte Hoffnung Gottes und im Eliasgang zu Joachimsthal. Ein schönes Vorkommen im Freiberger Revier hat Neubert[5]) beschrieben. Der Unbenannt-

[1]) Siehe die Fig. 29—32 auf S. 100—101.

[2]) R. Brauns, Über die Entstehung der sogenannten Rutschflächen im bunten Sandstein der Umgebung von Marburg; N. Jahrb., 1890, I, 97—98. — Ders., ebenda 1890, II, 190—191. — v. Koenen, ebenda 1890, I, 289—290.

[3]) In Agordo wurden z. B. Harnische aus dem dortigen Kieslager von den Arbeitern als Rasierspiegel benutzt.

[4]) Beiträge zu der Lehre von den Gängen, 1827, 47.

[5]) Über Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube hinter Erbisdorf; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenwes. im Königr. Sachsen, 1881, 50—64, bes. 63—64.



Spat, mit dem auf der 9. Gezeugstrecke bei Himmelsfürst das Gebirge westlich vom Kalb-Stehenden untersucht wurde, war bis 110 m westliche Entfernung (d. i. bis zum Silbersegen-Stehenden) 10—20 cm mächtig mit aufgelöstem Gneis und Letten erfüllt. Auf weitere 67 m war die Kluft 0,5—1 m, stellenweise sogar 1,5 m mächtig, und ihre Ausfüllung bestand aus einem Konglomerat von eckigen und rundlichen Gneisstücken, die viele Hohlräume bildeten, in welchen zum großen Teil ein sandähnliches Reibungsprodukt angehäuft war, z. T. aber auch Braunspat und Baryt vorkamen. Die ganze Masse lag vielfach locker und lose in der Gangspalte. In einer drusenartigen Höhlung von 1—1,2 m Weite fand man auffallende Geschiebe, rundliche Knollen von 4—15 cm Durchmesser, an der Oberfläche vollständig abgeschliffen, und zwar selbst in den Einbiegungen. Sie waren mit Melanglanz besetzt.

Ein Beispiel aus dem Annaberger Revier wurde schon früher (S. 491) genannt und abgebildet (Fig. 119). Besonders interessant sind solche Erscheinungen manchmal in gewissen Altenberger Zinnerzgängen. Auf mehreren in Porphyr auftretenden Gängen, besonders auf dem Schurfer Gang fanden sich zahlreiche 2—15 cm Durchmesser haltende Kugeln desselben Porphyrs, welche innerhalb einer lettigen, aus demselben Gestein hervorgegangenen Gangmasse lagen. Vier Meter östlich vom Schurfer Gang befindet sich der im Gneis aufsetzende sog. Kugelgang, eine 1 m mächtige, gangförmige Anhäufung von teils kleinen, teils kopfgroßen festen Gneiskugeln innerhalb einer lettigen, mürben Masse, die durch keine scharfen Salbänder vom Nebengestein getrennt ist. Von den ausgezeichneten, sehr großen bis zu sehr kleinen Erz- und Gesteinskugeln, welche in der Gangmasse der Kupfergrube von Monte Catini in großen Mengen vorkommen, soll späterhin ausführlich die Rede sein.

Zur Erzeugung solcher Ganggeschiebe braucht es keine sehr großen Bewegungen; die letzteren müssen sich nur oft genug wiederholt haben, so daß die Wände des Kugelganges oft um kleine Beträge gegeneinander hin- und hergeschoben worden sind, wie das infolge von Erdbeben denkbar ist. Das Erzgebirge wird noch heute des öfteren von solchen erschüttert. In manchen Erdbebengebieten kommt die Erde überhaupt fast nie zur Ruhe, sondern führt fortwährend Schwingungen aus, so daß wohl lockere Kluftfüllungen allmählich zerrieben und abgescheuert werden können. So fanden z. B. während einer 4jährigen Erdbebenperiode zu Monteleone in Calabrien im Jahre 1783 nicht weniger als 949 Stöße statt; das Erdbeben, welches 1766 Cumana zerstörte, hat 14 Monate lang, anfangs unter fast stündlichen Erschütterungen, angedauert. Nach dem Erdbeben von Mino-Owari (Japan) im Jahre 1891 haben allein vom Oktober bis November 1892 2287 „Nachstöße" stattgehabt.[1]) Das phokische Erdbeben, welches im Juli 1870 begann und $3^1/_2$ Jahre dauerte, soll aus etwa 700000 Erschütterungen bestanden haben.

Die Reibungsbreccien dürfen übrigens nicht mit Mugeln und solchen Fragmenten, welche sich während der Gangfüllung vom Nebengestein losrissen, die Reibungskonglomerate nicht mit Geröllen verwechselt werden, welche von Tag aus in die Spalte gelangten. Solche sollen später in dem Abschnitt über die Ausfüllung der Gänge behandelt werden.

3. Daß längs der Spalten Bewegungen stattgefunden haben, läßt sich besonders in geschichtetem Gebirge nachweisen, wenn im Liegenden und Hangenden des Ganges verschiedene Gesteinsarten auftreten. So liegt

[1]) Sieberg, Erdbebenkunde, 1904, 87.



bei Clausthal der Bockswiese-Schulenberger Gang zwischen Devon (im Liegenden) und Culm (im Hangenden). Überhaupt bietet das Clausthaler Ganggebiet, wie dies schon die Borcherssche Gangkarte sehr schön erkennen läßt, viele gute Beispiele für Verwerfungen längs der Gangspalten.[1])

4. Häufig sind die Schichtenköpfe neben der Gangspalte umgebogen (Fig. 128). Schon Charpentier[2]) hat mehrfach am Ludwig-Spat auf Kurprinz Friedrich August bei Freiberg und zu Bräunsdorf diese Erscheinungen beobachtet. Zu Eisleben und Mansfeld sind dieselben neben den „Rücken" bekannt (Fig. 91, S. 399). Die Umbiegung längs der Gänge kann manchmal eine so vollkommene und weitgehende sein, daß die Schichten der Gangfüllung sich ganz anschmiegen und der Eindruck eines Lagerganges oder eines Lagers erweckt wird (Fig. 129). Über den wahren Sachverhalt klären dann Querschläge bezw. Beobachtungen im weiteren Felde auf. Schon früher wurde in dieser Hinsicht der Kupferkiesgänge im Tonschiefer der Kelchalpe und der Kupferplatte bei Kitzbühel in Tirol gedacht.[3])

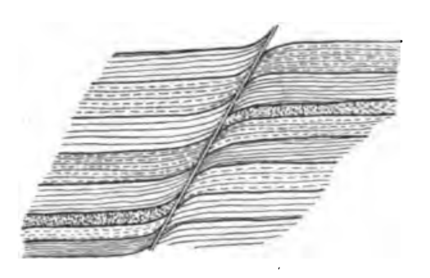


Fig. 128. Schichtenschleppung längs einer Verwerfung.

„Zu Rodna in Siebenbürgen wird ein flachliegender, aus Glimmerschiefer und Kalkstein bestehender Schichtenkomplex von steilfallenden Klüften durchsetzt und verworfen. Zu beiden Seiten der Kluft sind aber die nächsten Partien dieser Schichten sowohl dem Streichen als dem Verflächen nach im Sinne der Kluft umgebogen, so daß man steilfallende Lager vor sich zu sehen glaubt, während man es in Wirklichkeit bloß mit Schichtenknickungen zu tun hat. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich an der Grenzfläche des Dolomits mit dem Schiefer in dem Reviere von Raibl in Kärnten, wo dieser Gesteinskomplex von den steilen Verwerfungsblättern durchsetzt wird. Am auffallendsten ist aber diese Erscheinung im Reviere von Kisbánya in Siebenbürgen. Man gewahrt da im Nagy-Nyergeser Reviere im Bereiche eines steilfallenden nordstreichenden Schieferkomplexes eine östlich streichende Quarzlagerstätte, welche im unmittelbaren Hangenden und Liegenden von im Sinne der Dislokation umgebogenen Schichten begrenzt wird. Wenn man sich in der Grube an dieser Lagerstätte bewegt, so glaubt man ein zwischen der Schichtung eingeschlossenes

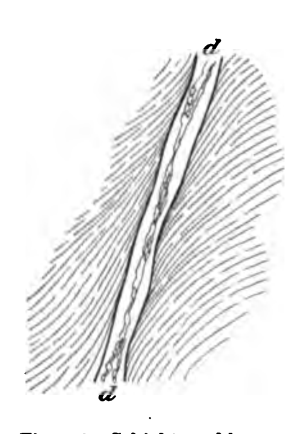


Fig. 129. Schichtenschleppung längs eines Ganges *d* verleiht dem letzteren Ähnlichkeit mit einem Lager oder Lagergang.

[1]) v. Groddeck, Geognostische Durchschnitte durch den Oberharz; Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., XXI, 1873, samt Erläuterungen 1—11. — Beushausen, Das Devon des nördlichen Oberharzes; Abh. preuß. geol. Landes-Anst. Neue Folge, XXX, 1900.

[2]) Beobachtungen über die Lagerstätten der Erze, 1799, 157.

[3]) Pošepný, Archiv f. prakt. Geol., I, 1880, 422—426.



Quarzlager vor sich zu haben, und erst bei der aufmerksamen Berücksichtigung der Aufschlüsse der sich von dem angeblichen Lager entfernenden Querschläge, sowie aus der in der ganzen Umgegend herrschenden nördlichen Streichungsrichtung der Schichten kommt man zu der Überzeugung, daß man es hier mit einer lokalen Knickung der Schichten in der Nähe der einstigen Verwerfungsspalte und jetzigen Quarzlagerstätte zu tun habe." (Pošepný.)[1])

5. Ein weiterer Beweis für eine Bewegung längs der Spalten zeigt sich manchmal in einer Zerrüttung ihres Hangenden. Besonders an zusammengesetzten Gängen und an Verwerfern im Kohlengebirge ist eine solche des öfteren zu beobachten.

Der Feldbiß des Aachener Wormreviers ist ein 12 m mächtiger Verwerfer und von Letten und Bruchstücken vom Steinkohlengebirge erfüllt. „Die Flöze und Gebirgsschichten halten im Liegenden regelmäßig bis unmittelbar an den Abschnitt der Kluft aus; dagegen folgt im Hangenden derselben unregelmäßiges gestörtes Gebirge, welches in abwechselnder Beschaffenheit, von mehreren Verwerfungsklüften durchsetzt, erst in einer Entfernung von 200 m die gewöhnliche Regelmäßigkeit wieder annimmt."[2]) In ähnlicher Weise ist im Kohlenrevier Northumberland längs des Ninety Fathoms Dyke, der größten Verwerfung, das Gebirge samt den Flözen im Hangenden auf eine Breite von etwa 20 m zerrüttet.[3]) Des weiteren sei auf Fig. 115 verwiesen.

6. Man sollte annehmen, daß bei großen und weithin fortsetzenden Störungen eine Terrassierung der Oberfläche bemerkbar sein müsse. Eine solche müßte bestanden haben, wenn die Spaltenbildung und Verwerfung eine plötzliche gewesen wäre. Ist aber die Verschiebung längs der Störung langsamer vor sich gegangen als die zu gleicher Zeit wirkende Abrasion oder Denudation, dann muß sie an der Oberfläche verwischt worden sein, und dasselbe gilt für fertige Verwerfungen in Gebieten, welche seitdem eine erhebliche Abwaschung erfahren haben. Als eine sekundäre Erscheinung wird sie sich allerdings häufig da beobachten lassen, wo zu beiden Seiten des Verwerfers Gebirge liegt, welches sich gegenüber der Abtragung verschieden widerstandsfähig erweist. Nur bei ganz jugendlichen Störungen wird eine primäre Terrassierung bemerkbar sein. Über interessante Verhältnisse bei Kamsdorf in Thüringen berichtet in dieser Hinsicht Beyschlag.[4]) Danach zeigen sich im Bereich der den Kupferschiefer durchsetzenden „Rücken" oberflächlich deutliche treppenförmige Absätze, aus welchen man auf unterirdische Verwerfungen schließen kann. Längs der Gänge erheben sich an der Tagesoberfläche rifförmige Dämme, zwischen konvergent einfallenden Rücken sieht man schmale flache Rinnen.

Beispiele für mächtige, oberflächlich trotzdem nicht mehr wahrnehmbare Verwerfungen sind in Europa mehrfach vorhanden. So kommt dem Roten

---

[1]) Pošepný, l. c. 217. Über Raibl siehe auch Pošepný, Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXIII, 1873, 326.

[2]) Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen, 1881, 24.

[3]) v. Oeynhausen und v. Dechen, Über den Steinkohlenbergbau in England; Karstens Archiv, V, 1832, 99—100.

[4]) Die Erzlagerstätten der Umgebung von Kamsdorf in Thüringen; Jahrb. d. preuß. geol. Landes-Anst., 1888, 339.



Kamm bei Schneeberg i. S. eine flache Sprunghöhe von etwa 400 m zu. Von dieser ist oberflächlich infolge der nivellierenden Abschwemmung kaum mehr etwas zu erkennen. Die Oberhohndorfer Hauptverwerfung bei Zwickau ist trotz ihrer seigeren Sprunghöhe von etwa 130 m oberflächlich durch keine Terrassierung mehr angedeutet. Noch weit großartiger hat die Erosion in Westfalen, Nord-Frankreich und Belgien die früheren Niveauunterschiede getilgt. Die bis zu 700 m betragenden Störungen des westfälischen Steinkohlengebirges sind vor Ablagerung der Kreide entstanden und oberflächlich völlig ausgeebnet gewesen. Im französisch-belgischen Kohlengebiet hat längs einer gewaltigen Störung, der großen Südverwerfung, eine Überschiebung des Devons und des Kohlenkalkes über den mittleren Teil der eigentlichen Steinkohlenformation stattgefunden. Jene Störung läßt sich 200 km weit von Lüttich bis zum Kanal von Calais mit einer Neigung von 15° verfolgen und hat stellenweise vertikale Verschiebungen von 3000—4000 m bewirkt, aber schon zur Kreidezeit waren diese Unterschiede völlig nivelliert.[1])

In jedem Fall ist es wichtig, die Richtung zu kennen, in der sich die Bewegung längs des Verwerfers vollzog, da nur dann eine planmäßige Wiederausrichtung möglich ist. Man hat bei der Wichtigkeit der Frage von jeher auf Grund von prinzipiellen Annahmen nach Regeln gesucht, die indessen mit den tatsächlichen Erfahrungen nicht immer übereinstimmen. Beide, die Theorien und die positiven Beobachtungen, sollen im folgenden scharf auseinander gehalten werden.

Theorien. Werner[2]) sagt ganz allgemein nur, daß sich das „ab- oder losgezogene Stück Gebirge mit dem sich darin befindlichen Stücke des älteren Ganges zugleich seitwärts gezogen und folglich verrückt“ habe. Dagegen hat Schmidt[3]) zum erstenmal ausgesprochen und nachzuweisen gesucht, daß eine Niederziehung der einen Gebirgshälfte erfolgt ist und zwar in der Falllinie des Verwerfers. Dem trat u. a. auch Kühn[4]) bei; nach ihm wurde die Verwerfung immer nur durch die Schwerkraft bedingt, und die Senkung ging in der Fallrichtung des Verwerfers auf dem kürzesten Wege vor sich. Mit einer solchen Senkung ist selbstverständlich auch eine scheinbare Seitenverschiebung verbunden, wenn die Kreuzungslinie mit dem Fallen des Verwerfers einen spitzen Winkel bildet. Durch Kühns Erklärung sollte auch den größten Seitenverschiebungen alles Befremdliche genommen werden.[5]) Diese Annahmen, welche nur Senkungen zugestanden, entsprachen den Ansichten der neptunistischen Schule, ohne daß man eine richtige Erklärung für die Hohlräume zu geben vermochte, welche das Nachsinken der Erdkruste verursachten. Heute werden die Bewegungen innerhalb der Erdkruste ziemlich allgemein zurückgeführt auf ein Schrumpfen

[1]) Siehe über die Großartigkeit der Denudationen auch E. Sueß, Antlitz der Erde, I, 8.

[2]) Neue Theorie, 82.

[3]) J. Ch. L. Schmidt, Theorie der Verschiebung älterer Gänge, 1810.

[4]) Geognosie, II, 630—631.

[5]) Kühn, l. c. 635.

des Erdkerns und auf eine Runzelung der Schale, und letztere wird gleichfalls mit einer Senkung des starren Krustengewölbes erklärt; diese findet im größten Maßstabe statt und vermag infolge des tangentialen Druckes, welchen die Schollen, die Bausteine des Gewölbes, aufeinander ausüben, auch zu seitlichen Verschiebungen von erheblichem Umfang, daneben sogar zu untergeordneten relativen Hebungen zu führen. Im Gegensatz zu den früheren Erklärungen muß man deshalb heute annehmen, daß längs der Bruchspalten, welche durch Auslösung von Spannungen in der Erdkruste entstanden sind, Senkungen, Hebungen und Seitwärtsbewegungen möglich waren. Diese Möglichkeiten zwingen dazu, in jedem einzelnen Falle zu beobachten, statt den Erfolg allgemeinen Regeln anzuvertrauen.

Köhler[1]) will die Bezeichnung „Spaltenverwerfung" auf diejenigen Störungen eingeschränkt wissen, welche lediglich und zweifellos nur durch Senkung des im Hangenden des jeweiligen Verwerfers liegenden Gebirges entstanden sind. Wenn man den Begriff der Verwerfung so einschränken will, dann mag es allerdings zunächst zweckmäßig sein, ihr als eine andere Klasse von Störungen die Verschiebungen gegenüberzustellen, bei welchen die dislozierende Kraft eine horizontale gewesen ist; da aber zugegeben werden muß, daß die Bewegungen sehr häufig, wenn nicht fast immer in einer zwischen der horizontalen und vertikalen liegenden resultierenden Richtung, ja auch drehend stattgefunden haben, so stellen Köhlers „Spaltenverwerfungen" und „Verschiebungen" nur die Extreme in dem Bereiche der möglichen Verwerfungen dar.

Die Zerreißungsebenen, längs deren die Verschiebungen vor sich gehen, bezeichnet Köhler mit einem Harzer Ausdruck als „Geschiebe". Ausquetschung der Gangfüllung, welche auf beiden Seiten des Geschiebes in Ausspitzungen endigt, Bruchstücke derselben auf dem Geschiebe, Zerreibungsmehl, Rutschflächen und Rutschstreifen sind auch hier zu beobachten, und letztere können zur Ausrichtung der Lagerstätte dienen. Es sei noch erwähnt, daß es nicht immer leicht ist, Verschiebungen und Ablenkungen voneinander zu unterscheiden, und daß deshalb wohl manchmal die ersteren als zu den letzteren gehörig beschrieben worden sein dürften.

Tatsächliches. Über die Richtung der Bewegungen auf verschiedenen Verwerfern vermögen Aufschluß zu geben:

1. Die Friktionsstreifen auf den Rutschflächen.
2. Schichtenverbiegungen und Zerrüttungen.
3. Das Zusammentreffen verschiedenen Nebengesteins.
4. Örtliche Erfahrungen, wie z. B. die Ausrichtungsarbeiten.

1. Die Friktionsstreifen[2]) müssen die Richtung der Bewegung angeben, wie Feilstriche auf einer glatten Fläche. Sie mögen manchmal der Falllinie des Verwerfers parallel sein; wie dagegen Pošepný[3]) mit Recht betont, und wie dies auch für Freiberg[4]) zutrifft, verlaufen die Friktionsstreifen häufiger schräg zu letzterer.

---

[1]) Bergbaukunde, 6. Aufl., 1903, 37—43.

[2]) Schmidt, Beiträge zur Lehre von den Gängen, 1827, 29 ff.

[3]) Geologische Betrachtungen über die Gangspalten; Leobener Jahrb., XXII, 1874, 250.

[4]) Neubert, Über Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube hinter Erbisdorf; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachsen, 1881, 56.

Nach Babanek[1]) verflächen die Rutschstreifen auf dem 8. Lauf des Junghäuerzecher Ganges und auf dem 8. Lauf des Andreas-Ganges zu Joachimsthal mit 10° nach S. bezw. W. Auf den Kamsdorfer Gängen sind nach Beyschlag[2]) die Friktionsstreifen 30—45° zur Fallrichtung geneigt. Auch in Hodritsch bei Schemnitz[3]) und zu Příbram[4]) sind Abweichungen der Streifung von der Falllinie zu beobachten. In den Clausthaler Gängen sind dieselben sehr häufig.

Horizontale Friktionsstreifen werden beispielsweise erwähnt von dem Goldgang la Gardette (Isère), wo sie sich über 400 m weit verfolgen lassen,[5]) und ferner vom Colloredogang zu Schemnitz.[6]) Die angeführten Beispiele sollen nur zeigen, wie außerordentlich weit verbreitet diese von der Falllinie des Verwerfers abweichenden Rutschstreifen sind.

Bei der Beurteilung der Friktionsstreifen darf zweierlei nicht übersehen werden:

Aus den Friktionsstreifen ist die Größe der Bewegung nicht zu erkennen. Auch eine kleine Bewegung einer rauhen Fläche auf einer anderen kann auf weite Erstreckung hin eine gleichgerichtete Streifung hervorbringen.

Aus den Friktionsstreifen läßt sich wohl die Richtung, nicht aber der Sinn der Verschiebung erkennen; es kann also bei nordsüdlich verlaufenden Streifen die Bewegung gerade so gut nach Norden wie nach Süden stattgefunden haben. Manche geben an, daß, wenn man mit dem Finger über eine Rutschfläche fahre, sich eine größere Glätte in derjenigen Richtung geltend mache, aus welcher die Bewegung vor sich gegangen sei, und wie auch Höfer[7]) bemerkt, fühlen sich die Rutschflächen tatsächlich oft nach einer Seite rauher an als nach der andern; im allgemeinen aber sind solche Behelfe doch unsicher.

Zuweilen treten auf einer und derselben oder auf verschiedenen Rutschflächen, die derselben Störung parallel sind, mehrfache, verschieden gerichtete Friktionsstreifen auf. Nach Schmidt[8]) waren auf der Zeche „alter Bleiberg" zu Mittelacher auf der einen Seite eines lettigen Bestegs horizontale, auf der andern unter 40—50° einfallende Furchen zu sehen. Ähnliches erwähnt Pošepný auch aus Raibl.[9]) Dieses gleichzeitige Auftreten verschieden gerichteter Furchen braucht nach obigem noch nicht zu beweisen, daß größere Bewegungen nach verschiedenen Richtungen stattgefunden haben.

---

[1]) Über die Erzführung der Joachimsthaler Gänge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXII, 1884, 22.

[2]) l. c. 357.

[3]) Höfer, Über Verwerfungen; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XXXIV, 1886, 350.

[4]) Němeček, Die Rutschen der Příbramer Gänge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXIX, 1891, 550—552.

[5]) Graff, Phänomene an den Goldgängen von La Gardette; Ann. d. sciences phys. et nat. publ. par la Soc. d'Agriculture de Lyon, III, 153 ff.; Ref. N. Jahrb., 1841, 483—487.

[6]) Zeiller et Henry, Les roches éruptives et les filons métallifères du district de Schemnitz (Hongrie); Ann. des Mines (7), III, 1873, 347.

[7]) l. c. 351.

[8]) Beiträge zur Lehre von den Gängen, 29—34.

[9]) l. c. 250.

Es ist endlich noch möglich, daß die Friktionsstreifen nur durch Bewegung der halbfertigen Gangfüllung selbst erzeugt worden sind, welche bei allmählicher Massenzunahme an dem mürben Nebengestein keinen Halt mehr fand und daran abglitt. Solche Streifungen hätten also mit einer Bewegung des Gebirgs nichts zu tun und wären ganz lokale Erscheinungen.

Zu bemerkenswerten Resultaten glaubte Gretzmacher[1]) durch ein genaues Studium der Rutschstreifen in verschiedenen Schemnitzer Erzgängen gelangt zu sein. Er fand, daß sich die verlängerten Streichrichtungen derselben alle in der Gegend des Windschachts und des Schittrisbergs schneiden, welche durch eine Depression an der Oberfläche und das Vorkommen zahlreicher Gänge und Trümer im Andesit ausgezeichnet sind.

2. Schichtenbiegungen neben Verwerfern sind in zweierlei Weise möglich. Entweder hat im Hangenden eine Aufbiegung, im Liegenden eine Abwärtsbiegung stattgefunden: dann handelt es sich um einen Sprung, d. h. das Hangende hat sich gesenkt oder das Liegende hat sich gehoben. Beim Wechsel oder Übersprung sind die Erscheinungen und Ursachen die umgekehrten. Der erste Fall soll häufiger sein als der zweite. Immerhin erlaubt die Erscheinung in beiderlei Form doppelte Deutung, gibt also an sich keine sicheren Aufschlüsse über den Sinn der Bewegung. Die Tatsache, daß bei zusammengesetzten Gängen häufig nur das Liegende ein Salband erkennen läßt, das Hangende dagegen stark zerrüttet ist, kann zugunsten einer Senkung des Hangenden erklärt werden, durch welche letzteres allein zerrüttet worden wäre.

3. Wo die Gangspalte von verschiedenem Nebengestein begrenzt wird, ist nur unter Berücksichtigung der Geologie des weiteren Feldes eine ziemlich sichere Entscheidung über den Sinn der verwerfenden Bewegung möglich. Es ist immer am wahrscheinlichsten, daß die kleinere der gegeneinander stoßenden Schollen sich bewegt hat, während die größere stabil geblieben ist.

Die Bewegung längs des Verwerfers braucht keineswegs immer eine Parallelverschiebung zu sein, sie führt vielmehr gar nicht selten zu einer Drehung des bewegten Teils („failles à charnières").[2])

Der Einigkeit-Morgengang und der Peter-Stehende auf der Alten Hoffnung Gottes bei Groß-Voigtsberg sind wohl ein und derselbe Gang und nur durch eine flache Kluft verworfen und dabei etwas gedreht; über drehende Verwerfungen berichteten auch Neubert[3]) von der Grube Himmelsfürst, Beyschlag[4]) von Kamsdorf, Duchanoy[5]) von der Muggrube bei Röros. Wohl in keinem Steinkohlenrevier fehlt es an Beispielen, in denen das eine oder andere Flöz hinter dem Verwerfer ein anderes Streichen und Fallen hat, als vor demselben. Die

[1]) von Szabó, Die Bewegungen auf den Schemnitzer Erzgängen in geologischer Beziehung; Földtani Közlöny, 1891, 201—203. Ref. N. Jahrb. 1893, I, 79—80.

[2]) Daubrée, l. c. 266. Über die Drehung siehe auch Naumann, Geognosie, III, 501. — Höfer, Die Ausrichtung der Verwerfungen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXIX, 1881, 167—171.

[3]) Die neuesten Aufschlüsse im nordwestlichen Grubenfelde von Himmelsfürst Fundgrube; Jahrb. f. d. Berg- und Hüttenw. in Sachsen, 1889, 76.

[4]) Die Erzlagerstätten der Umgebung von Kamsdorf; Jahrb. preuß. geol. Land.-Anst. für 1888, 338.

[5]) Les gisements des minerais de cuivre et leur traitement métallurgique dans le centre de la Norwège; Ann. d. Mines (5), V, 1854, 204.

Sprunghöhen nehmen infolgedessen nach einer Seite hin zu oder ab, d. h. es verliert sich die Verwerfung nach einer Seite hin allmählich im Gebirge, während sie nach der anderen immer größere Sprunghöhe erreicht. Ein ausgezeichnetes Beispiel bringt Mietzsch[1]) aus dem Zwickauer Kohlenrevier in Erinnerung. Die Brückenberger Hauptverwerfung wurde mit dem 1. Brückenbergschacht durchsunken und zeigte dort eine Sprunghöhe von 80 m; aber schon etwa 560 m SO. vom Schacht in der Richtung des Streichens gemessen erreicht sie ihr Ende. Es zeigt sich hier also eine außerordentlich rasche Abnahme der Sprunghöhe; während die tieferliegende Scholle ein Fallen von 15—20° N. besitzt, ist die benachbarte höher liegende um 2—4° geneigt. Ähnlich verhält sich eine der größten Verwerfungen, welche der Bergbau überhaupt kennt, nämlich der Feldbiß bei Aachen. Auch dort ist die Sprunghöhe im Südosten größer als im Nordwesten. Es sind auch Fälle bekannt, in denen die Sprunghöhe sich ebenso wie die Verwerfungsspalte beiderseits verliert. Als ein Beispiel führt schon Naumann[2]) den Ninety Fathoms Dike im Kohlengebirge von Newcastle an. Die durch letzteren bewirkte Verwerfung besitzt in der Mitte bei Westmoor 1050, an den entgegengesetzten Seiten bei Whitley und West-Kenton bezw. 600 und 720 Fuß Höhe.

Das Resultat der vorliegenden Erfahrungen läßt sich in bezug auf die Richtung der Dislokationen dahin zusammenfassen, daß bei einer Verwerfung die verschiedensten Bewegungen — Hebungen, Senkungen, Horizontalbewegungen und Drehungen — stattgefunden haben können, und daß die Art der Bewegung auch in demselben Revier auf verschiedenen Spalten und auf denselben Spalten zu verschiedener Zeit eine wechselnde gewesen sein kann.

Die absolute Größe der Verwerfungen, mit denen der Gangbergbau möglicherweise zu tun hat, bewegt sich selbstverständlich zwischen den weiten Grenzen, innerhalb deren überhaupt die Beträge aller bekannten Gebirgsstörungen schwanken. In der Freiberger Gegend sind die Verwerfungen im allgemeinen untergeordnet, indem sie meistens nur wenige Meter betragen. Als ein Beispiel für eine bedeutendere Störung sei der Benjamin-Stehende auf Himmelsfürst erwähnt, der eine flache Sprunghöhe von 45 m, eine seigere Sprunghöhe von 37 m und eine söhlige Sprungweite von 47 m bedingt; ein anderes bietet der Neu Glück Spat, der eine seigere Verschiebung von 59 m, eine flache von 63 m und eine söhlige von 70 m hervorgebracht hat.

Weit bedeutender sind die Verwerfungen längs der zusammengesetzten Gänge des Oberharzes; insofern mag es überhaupt zutreffend sein, wenn Köhler[3]) erhebliche Verwerfungen als eine besondere Begleiterscheinung der zusammengesetzten Gänge betrachtet. Beispiele aus dem Harz wurden schon früher (S. 487) namhaft gemacht. Mächtige Verwerfungen stellen ferner mehrere Kupfererzgänge in der Gegend von Massa marittima dar.

Die Regeln und zeichnerischen Konstruktionen zur Wiederausrichtung verworfener Lagerstätten sind Gegenstand der Bergbaukunde und Markscheidekunst. Bezüglich der Ausrichtungsregeln sei auf die nachstehende Literatur verwiesen:

[1]) Erl. z. geol. Specialk. von Sachsen, Sekt. Lichtenstein, 1877, 26.

[2]) l. c. 498.

[3]) Bergbaukunde, 1903, 12.

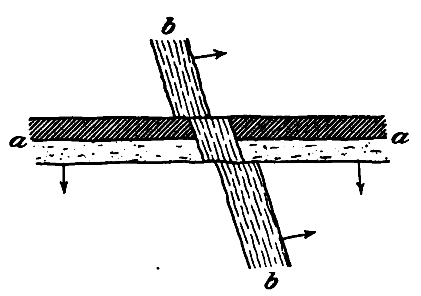


Fig. 130. Der Josepher Stehende (Bleiglanzgang) *a* wird im Hangenden von einer Lettenlage begleitet; beide werden von dem Benjaminer Spat, einem Schwerspat-Flußspatgang *b*, durchsetzt. Längs der Salbänder hat eine spätere Verschiebung des älteren Gangs und auch eine solche des jüngeren stattgefunden. (v. Weißenbach, 1836.)

J. Ch. L. Schmidt, Theorie der Verschiebungen älterer Gänge, 1810.

Hecht, Einfache Konstruktion zur Bestimmung der Kreuzlinie zweier Gänge, nebst einer Anweisung, um mit Hilfe der Kreuzlinie einen verworfenen Gang wieder aufzusuchen. Leipzig 1825.

Ch. Zimmermann, Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flöze, 1828.

von Carnall, Die Sprünge im Steinkohlengebirge; Karst. Arch., IX, 1835.

Naumann, Lehrbuch der Geognosie, 2. Aufl., III, 504.

Köhler, Die Störungen der Gänge, Flöze und Lager, 1886. — Ders., Bergbaukunde, 6. Aufl., 1903, 31—37.

Man siehe ferner die S. 95 zitierten Abhandlungen und Freeland, Fault-Rules; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 491 bis 502.

Fig. 131. Grundriß des Gangkreuzes vom Neuhoffnunger Flachen mit dem Christian-Stehenden auf Himmelfahrt (Freiberg). 1 : 18,5. *a* Braunspattrümer, *b* gelber und grüner Flußspat, *c* weißer Schwerspat mit Bleiglanz, *d* Kalkspat und drusiger oder hornsteinartiger Quarz, *a*, *b* + *c*, *d* gehören verschiedenen Zeiten der Gangfüllung an, *e* Kalkspatfüllung des Christian-Stehenden. (v. Weißenbach, 1836.)

Bestimmung des relativen Alters der Gänge durch Berücksichtigung von Verwerfungen. Stets ist der Verwerfer jünger als der verworfene Gang. Manchmal wird freilich der Verlauf eines jüngeren Gangs längs eines älteren, von ihm zweifellos durchkreuzten gestört, ohne daß eine Ablenkung vorliegt. Fig. 130 zeigt einen solchen Fall. Offenbar hat sich hier im Salband des älteren, bereits längst ausgefüllten Gangs *a* von neuem eine Spalte geöffnet,

auf welcher die Störung vor sich gegangen ist. Komplizierte Beispiele für Verwerfungen sind in den Fig. 132 u. 133 im Grundriß abgebildet.

Ursachen der Spaltenbildungen und der mit ihnen verbundenen Bewegungen.

Die ganze Erdkruste ist von einem bis ins feinste gehenden Flechtwerk von Spalten und Rissen aller Dimensionen in solchem Maße durchzogen, daß Monolithen von geringerer Masse schon zu den Seltenheiten gehören.

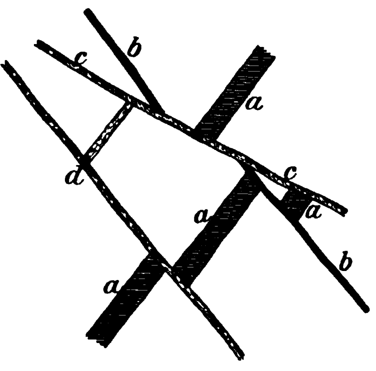


Fig. 132. Verwerfungen des Neu Glück Stehenden auf Alte Hoffnung Gottes bei Freiberg. (Gaetzschmann, 1866.)

Die Ansichten über die Entstehung der Spalten haben sich mit den bergmännischen Erfahrungen und den geologischen Anschauungen geändert. Nach Werner[1]) (1791) sind die Spalten „teils von dem durch die Schwere der Massen bewirkten Zusammensetzen der anfänglich minder festen und feuchten Gebirgsmassen, teils von der ebenfalls durch die Schwere bewirkten und durch Verlierung der Unterstützung vom höher gestandenen allgemeinen Gewässer veranlaßten Abziehung oder Lostrennung der großen Gebirgsmassen nach der freien Seite (d. i. nach den tiefer gelegenen Gegenden) hin“ verursacht worden. Daneben hätten auch Austrocknung und Erdbeben Risse erzeugen können. Aus dieser Anschauung Werners entwickelte sich die Senkungstheorie, welche u. a. auch von v. Carnall vertreten wurde; danach mußten bei Verwerfungen zumeist einseitige und geradlinige Bewegungen und zwar eine Senkung des Hangenden in der Richtung der Falllinie des Verwerfers stattgefunden haben. Diese Theorie setzt selbstverständlich leere Räume voraus, in welche die Schollen hinabsinken konnten. v. Carnall[2]) vermutet, daß sich wohl von Zeit zu Zeit großartige Erhebungen ganzer Erdflächen ereignet hätten, unter denen sich Hohlräume bildeten, deren Decke später einbrechen konnte. Das Vorhandensein solcher Hohlräume ist in den meisten Fällen ganz unwahrscheinlich, ganz besonders aber dann, wenn es sich um Verwerfungen im Betrag von vielen hundert

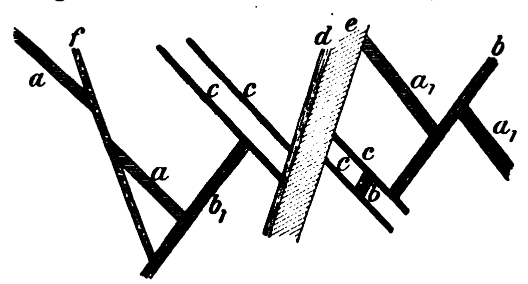


Fig. 133. Komplizierte Verwerfung des Schwarzer Hirsch Stehenden zu Freiberg. „Der Gang *a* wird durch ein Braunspattrum *b* verworfen und niedergezogen; dieses Trum selbst ist aber wieder durch zwei Lettenklüfte *cc* abgeschnitten, welche Lettenklüfte ein anderes Braunspattrum *d* verwirft, das im Hangenden einer milden Gneisschicht *e* liegt. Auf der Fortsetzung des Braunspattrumes *b*, oder eines anderweiten, das im Liegenden des verworfenen Teiles von *cc* liegt, setzt sich endlich der untere Teil des Schwarzer Hirsch Steh. *a*, vielleicht eines anderen Trumes desselben, der nochmals durch eine Lettenkluft *f* verworfen ist“. (Gaetzschmann, 1866.)

[1]) Neue Theorie, 51, 116.

[2]) Die Sprünge im Steinkohlengebirge; Karst. Arch., IX, 1835, 125—126.

Metern handelt. Außerdem sprechen, wie oben (S. 503) erwähnt, die Tatsachen sehr oft gegen die Annahme v. Carnalls, daß immer eine Senkung des Hangenden in der Richtung der Falllinie des Verwerfers stattgefunden habe. Die alte plutonistische Schule hat unter L. v. Buchs Führung alle Bewegungen in der Erdkruste der auftreibenden Wirkung des Vulkanismus zugeschrieben, und auch die Entstehung der Spalten wurde durch diesen mächtigen Faktor erklärt. Hatten dann längs der Spalten Störungen stattgefunden, so betrachtete man diese als einen weiteren, in sich selbständigen Akt in der Gestaltung der Erdoberfläche. Diese Auffassung wird noch heute von manchen Geologen beibehalten, wenn auch in beschränkterer Anwendung, als das früher geschehen war. Späterhin brach sich gleichwohl mehr und mehr die Ansicht Bahn, daß nicht ein aktives Erdinnere für die Zertrümmerung der Kruste verantwortlich zu machen sei, sondern daß der Glutfluß sich gegenüber allen tektonischen Veränderungen in der Erdkruste passiv verhält; man hatte deshalb nicht mehr im tieferen Innern der Erde, sondern in ihrer Kruste die Ursache für die Entstehung der Spalten zu suchen. In den letzten Jahrzehnten des vergangenen Jahrhunderts haben vor allem Dana, Heim und Sueß der Lehre Eingang verschafft, daß die Erde nicht eine sich aufblähende, sondern eine zusammenschrumpfende Kugel sei; daß ihre Kruste, welche mit der Abkühlung des Innern nicht gleichen Schritt halte, sich runzle und daß die dadurch entstehenden Falten sich als die Kettengebirge zu erkennen gäben. Vor allem aber mußten durch die Faltung und Zusammenpressung der Erdrinde Spannungen entstehen, welche durch die Öffnung von Spalten und Rissen zur Auslösung gelangten; Spaltenbildung und Gebirgsstörung sind demnach Folgen desselben Vorganges. Daß dann längs der Spalten später manchmal weitere Störungen stattgefunden haben, welche selbstverständlich gleichfalls mit gebirgsbildnerischen Vorgängen in Zusammenhang gebracht werden können, ist im obigen schon mit verschiedenen Beispielen gezeigt worden. Im großen Ganzen ist man jetzt wiederum, soweit die Folgen wenigstens in Betracht kommen, auf den Standpunkt Werners zurückgelangt, der gleichfalls nicht eine Aufblähung, sondern eine Raumverminderung der Erde, allerdings aus ganz anderen Ursachen, angenommen hatte.

Wenn auch ein sehr großer Teil, so sind doch nicht alle Risse eine Folge der bei der Gebirgsfaltung sich auslösenden Spannungen.[1]) Druck und innere Spannungen, welche zur Spaltenbildung Veranlassung gegeben haben, können auch durch andere Ursachen zu erklären sein. Aus der Zahl der Möglichkeiten seien im folgenden nur die hauptsächlichsten herausgegriffen und durch Beispiele erläutert. Man kann je nach dem Sitz der die Gesteinszerreißung bewirkenden Kräfte unterscheiden:

I. Entokinetische Spalten (*ἐντός* innen, *κινέω* bewege). Die spaltenden Kräfte werden durch molekulare, im Gestein selbst sich abspielende Veränderungen erregt.

II. Exokinetische Spalten (*ἔξω* außen). Der Sitz der spaltenden Kräfte liegt außerhalb des Gesteins.

[1]) Außer den im Folgenden zu besprechenden mechanisch gebildeten Spalten können selbstverständlich auch die Zwischenräume zwischen den Elementen klastischer Gesteine, wie Sand, Sandstein, Konglomerate und vulkanischer Breccien für die Mineralansiedelung in Betracht kommen. Auch solche Lagerstätten müssen unter den Spaltenfüllungen behandelt werden.



I. Als entokinetische Spalten sind zu betrachten:

a) Schwindklüfte, die sich beim Erkalten aus dem Schmelzfluß oder beim Austrocknen durchfeuchteter Massen bilden. Die Eruptivgesteine zerfallen bei der Erstarrung in mehr oder weniger regelmäßige Polyeder oder zeigen kugel-, platten- oder säulenförmige Absonderung. So entstehen z. B. unregelmäßige Netzwerke von Spalten, welche, wenn sie mit Erz erfüllt sind, in ihrer Gesamtheit Stockwerke (s. S. 484) genannt werden. Hierher gehören vor allem die Zinnerzgänge mancher Reviere. Die Altenberger „Zwittertrümer" hat schon Daubrée[1]) für Kontraktionsrisse gehalten. Dieselbe Entstehung gilt auch für das Zinnerzstockwerk von Carclaze bei St. Austell in Cornwall[2]) und andere. Als Kontraktionsklüfte sind vielleicht auch die Manganerzgänge im Quarzporphyr von Ilmenau im Thüringerwald aufzufassen.

Eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung ist die bankförmige Absonderung des Granits. Vielfach haben sich dann auf den Klüften zwischen den häufig flach geneigten Gesteinsbänken in der letzten Phase der Gesteinserstarrung allerlei Mineralien wie Feldspäte, Quarz, Turmalin, Beryll, Flußspat, Apatit, Epidot, Zeolithe usw. angesiedelt. Dem analog ist die Entstehung der sog. „Zinnerzflöze" in der Granitkuppe von Zinnwald an der sächsisch-böhmischen Grenze, welche infolge einer solchen Absonderung eine konzentrisch-schalige Struktur besitzt.

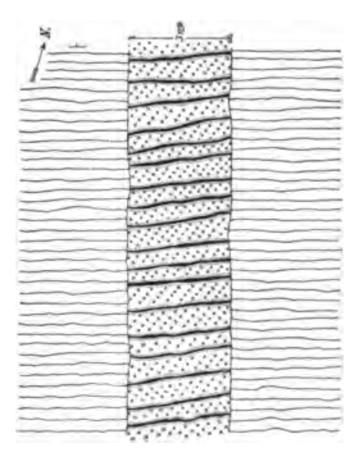


Fig. 134. „Leitergang" zu Näsmark. (Vogt, 1884.)

Nach Credner[3]) würden hierher auch die Eisensteingänge der Haile Gold-Mine, Südcarolina, gehören; dieselben erfüllen Klüfte, welche zwischen einem Dioritgang und Quarzschiefer durch die Kontraktion des ersteren entstanden sein sollen. Ferner werden auf ähnliche Weise die sog. „Leitergänge" der Näsmarkgrube in Thelemarken (Norwegen) erklärt.[4]) Ein 3 m mächtiger, 400 m weit streichender Granitgang in Glimmerschiefer wird sprossenartig von Trümern durchzogen, die Quarz, silberhaltigen Kupferglanz und Buntkupfererz führen. Die Entfernung der Klüfte unter sich beträgt 0,3—0,4 m, ihre Mächtigkeit 0,02—0,1 m (Fig. 134). Vielleicht wären hier auch gewisse Golderzgänge[5]) in Viktoria, Australien,

---

[1]) Experimental-Geologie, 26.

[2]) Phillips and Louis, Ore deposits, 2. Aufl., 169.

[3]) Geognostische Aphorismen aus Nord-Amerika; Ztschr. f. d. ges. Naturwissensch., XXXV, 1870, 20—32, Taf. I.

[4]) Vogt, Norske ertsforekomster, I, 1884, 94. — Ders., Zur Classification der Erzvorkommen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 149.

[5]) Sueß, Zukunft des Goldes, 281; nach Smyth, The Gold fields and Mining districts of Victoria, Melbourne 1869, und Murray, Geological and Min. Resources of Ballarat; Geol. Survey of Victoria, I, 1874. — Phillips-Louis, Ore deposits, 2. Aufl., 635—636.

zu erwähnen. Steil in die Tiefe setzende Grünsteingänge werden dort von flachliegenden, kurzen Quarzgängen durchzogen, die wie Sprossen einer Leiter übereinander folgen und sehr goldreich zu sein pflegen. Allerdings setzen sie seitwärts etwas über den Gang hinaus und ins Nebengestein fort.

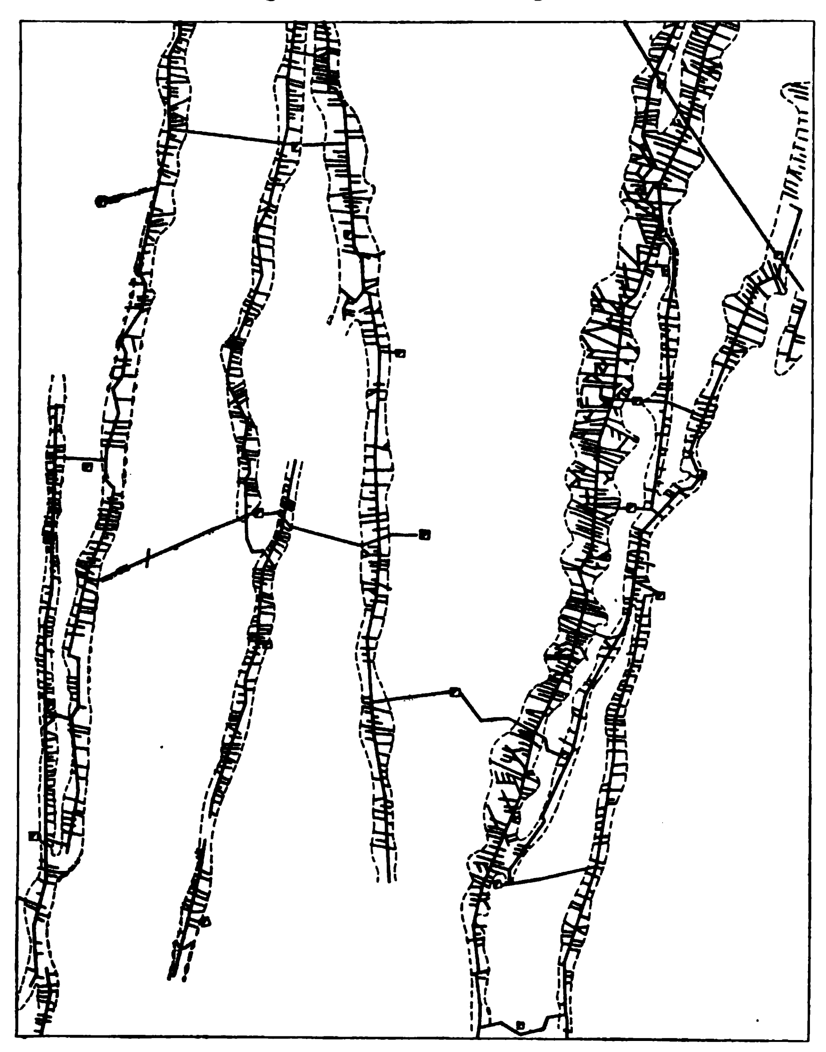


Fig. 135. „Leitergänge" von Beresowsk, gebunden an greisenartig veränderte Granitgänge. Die Golderzgänge sind bezeichnet durch die quer zu den Granitgängen verlaufenden Striche. Maßstab: 1:550. (Pošepný, 1895.)

Zu Beresowsk[1]) im Ural durchziehen zahlreiche Gänge von „Beresit" den ungefähr 60 qkm großen Golddistrikt. Das Gebiet besteht aus stark ge-

[1]) G. Rose, Reise nach dem Ural, I, 216. — Helmhacker, Der Goldbergbau der Umgebung von Berezovsk; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LI, 1892, 60, 83—85. —

neigten Schichten von Talkschiefern („Listwjanit"), Chlorit- und Thonschiefern; die Beresite sind größtenteils greisenartig veränderte feinkörnige Granite. Die Gesteinsgänge, welche hauptsächlich in nordsüdlicher Richtung verlaufen, erreichen Mächtigkeiten von 2—20, ja sogar von 40 m und sind bis auf Entfernungen von 8 km verfolgt worden. Sie werden durchzogen von mehr oder weniger senkrecht einfallenden, bis zu 0,7, seltener bis zu 1 m mächtigen Adern von Goldquarz, welche meistens nur den Beresit durchsetzen, manchmal aber auch die Gesteinsgänge verlassen und sich dann sogar bis zum nächsten Beresitgang verfolgen lassen (Fig. 135).

Möglicherweise handelt es sich indessen bei dem einen oder anderen Beispiel von Leitergängen nur um ein ungleichmäßiges Aufreißen der Spalten innerhalb verschiedener und in verschiedenem Maß zur Spaltenbildung geeigneter Gesteine, wie denn auch in jedem Falle zu bedenken wäre, ob wirklich die mögliche Kontraktion der Zahl und Weite der Spalten entspricht.

Durch Austrocknung können in Schlamm, Ton, Mergeln, in Septarien usw. Zerklüftungen entstehen. Im größeren Maßstabe scheint diese Art von Gangbildung nicht bekannt zu sein.

Im Kontakthofe von Eruptivgesteinen ist Spaltenbildung denkbar, wenn das Nebengestein, wohl zumeist durch Frittung, Austrocknung, oft auch durch Umkristallisation an Volumen verliert.

Bekannte Beispiele für diese Art von Spaltenbildung sind die säulenförmige Absonderung der Hochofengestellsteine und diejenige von Sandsteinen im Kontakt mit manchen Basaltvorkommnissen (Buntsandstein an der blauen Kuppe bei Eschwege oder von Büdingen in Hessen, Quadersandstein bei Jonsdorf in der Lausitz usw.). Hierher gehören vielleicht auch manche Erz- und Eruptivgänge, welche Granitstöcke umschwärmen.

b) Dilatationsspalten werden sich in einem Gestein dadurch bilden, daß dasselbe in sich stellenweise und nicht in seiner ganzen Masse eine Ausdehnung erfährt. Eine solche kann z. B. in einem Anhydritstock eintreten, der lokal in Gips übergeht, oder auch die außerordentlich starke Zerklüftung vieler Serpentinstöcke dürfte damit erklärt werden. Die Bildung der von Nickel-Magnesiasilikaten erfüllten Klüfte in manchen hochgradig zersetzten Serpentinen könnte damit zusammenhängen.

II. Exokinetische Spalten.

a) Einsturzspalten bilden sich in einem Gesteinskörper dadurch, daß seine Unterlage entfernt wird; solche entstehen an Pingen, über Höhlen in Kalk und vor allem über Gips- und Salzgebirge. So hat z. B. der Buntsandstein an der Hühneburg bei Eisleben durch Auswaschung des liegenden Zechsteingipses eine Schichtenstörung erfahren.[1]) Bei gleitender Bewegung auf nachgiebigem Boden vermögen wohl auch Gesteine ihre Unterlage auszuquetschen und dadurch in sich Absenkungen erfahren und Sprünge erhalten. Nach der Auffassung mancher Geologen sollen endlich die Einsenkungen und Grabenverwerfungen in

Pošepný, Arch. f. prakt. Geol., II, 1895, 537—540. — Guide des excursions du VII. congrès géologique international, 1897, V. Karpinsky, Versant oriental de l'Oural, 41.

[1]) Credner, Geologie, 1902, 117.



Gegenden mit vulkanischen Durchbrüchen als Einbrüche über teilweise entleerten Magmaherden aufzufassen sein.[1])

b) Druck- oder Pressungsspalten im engeren Sinn können die Folge sehr verschiedener Vorgänge sein. Sie scheinen verursacht werden zu können durch die Einpressung eruptiver Magmen zwischen die Schichten, wenn man auf eine solche die Entstehung der Lakkolithe, der intrusiven Lagergänge usw. zurückführt. Offenbar findet auch die Umwandlung des Anhydrits in Gips oder diejenige von Peridotiten in Serpentin, wobei sich deren Volumen erheblich vermehrt, trotz starken Gegendrucks im umschließenden Gebirge statt und muß zu einer Spaltenbildung in letzterem führen.

* Man hält jetzt, besonders nach dem Vorgange französischer Geologen, viele gebänderte, früher als Gneise bezeichnete kristalline Gesteine für Schiefer, welche in der Nähe granitischen Magmas aufgeblättert und mit solchem injiziert, d. i. längs der Fugen mit aplitischem Material durchtränkt worden sind. Ähnliche Injektionen scheinen auch gewisse lagerartige Erzlagerstätten zu sein, als deren bekanntester Vertreter das Kiesvorkommen von Bodenmais zu nennen wäre (s. S. 320). Die von solchen Massen eingenommenen Räume waren niemals Hohlräume, sondern haben sich im gleichen Maße gebildet und erweitert, in dem das Magma in sie hineingepreßt wurde. *

Durch einseitigen Druck, also etwa durch die Last der über einem Gesteinskörper liegenden Gebirgsmassen sind Zerreißungen möglich, sobald letzterer der Belastung auch nur wenig ausweichen kann. Auf solche Weise mögen die Risse entstanden sein, welche im übrigen völlig ungestört lagernde Gesteinsbänke durchziehen. In der Nähe von Dislokationen sind z. B. Kalksteine oder Dolomite innerlich zerrüttet und von einem dichten Netzwerk von Klüften durchzogen. Man wird annehmen müssen, daß wenigstens häufig längs der Zerreißungsebenen erst durch spätere Vorgänge klaffende Spalten entstanden sind. Als Beispiel sei der Dolomit von Idria genannt; er ist breccienartig zerstückelt und auf allen Kluftflächen mit Zinnober belegt. Ähnlich ist auch das Vorkommen von Zinnober in den Klüften des zerrütteten Sandsteins bei Zajcev im Gouv. Jekaterinoslaw;[2]) ebenso bestehen die „Breccienstöcke“ Sardiniens[3]) aus Fragmenten von Kalkstein, Quarzit und Glimmerschiefer, die durch Bleiglanz zementiert sind. Zu Chañarcillo sind Kluftflächen im Sandstein mit Silberblech bedeckt.

Solche zerrüttete, erzführende Gesteinszonen können äußerlich wohl auch an Erzlager erinnern; die genauere, mitunter erst die mikroskopische Untersuchung wird aber keinen Zweifel darüber lassen, daß die Mineralansiedlung unter den Begleiterscheinungen echter Gangfüllung auf einem Netzwerk von Spalten stattgefunden hat. Man müßte letzteres dann stets als ein Stockwerk

---

[1]) Bücking, Über die vulkanischen Durchbrüche in der Rhön und am Rande des Vogelsberges; Gerl. Beitr., VI, 1903, 304—308. — Reyer, Theoretische Geologie, 1888, 62.

[2]) Langer, Ein neues Zinnober-Vorkommen in Rußland; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXIX, 1881, 216—217.

[3]) vom Rath, Sitzungsber. d. niederrh. Ges., XL, 1883, 153—154.



bezeichnen. Die Zerstückelung kann bis zu mikroskopischen Spaltensystemen führen, welche bei eruptiven Gesteinsstöcken schwer von Abkühlungsspalten zu unterscheiden sind. In beiden Fällen entstehen stockwerkförmige Erzansiedlungen. Als Stockwerke, in welchen allerdings der wertlose Kalkspat die Gangfüllung ausmacht, bezeichnete E. de Beaumont[1]) die Dolomitbreccien so mancher Gegenden.

c) Die tektonischen Spalten sind das Ergebnis von Bewegungen, welche mit gebirgsbildenden Kräften im Zusammenhang stehen; sie sind erzeugt durch die gegenseitige Ortsveränderung größerer oder kleinerer Gebirgsteile. Es gehören in diese Reihe die größten und tiefsten überhaupt bekannten Spalten. Als Eigentümlichkeiten derselben sind zu erwähnen:

ihre im großen gleichbleibende Richtung über weite Strecken hin,
das gruppenweise Zusammenvorkommen gleichstreichender Spalten,
die Erstreckung durch verschiedenartige Gebirgskörper,
ihre Verbindung mit Verschiebungen.

Als Verwerfer oder Erzgänge sind sie für den Bergmann von der höchsten Bedeutung.

* Unterliegt es auch keinem Zweifel, daß die erste Ursache für die Entstehung der Spalten in der Auslösung von Spannungen zu suchen ist, so ist doch in vielen Fällen nicht erkennbar, weshalb längs der so entstandenen Zerreißungsebene die Spalten sich öffneten und die getrennten Bruchstücke auseinandergerückt worden sind, so daß zwischen ihnen ein leerer Raum entstehen konnte. Unter Druck können Zerreißungen und Verschiebungen, nicht aber zu gleicher Zeit Hohlräume von größeren Dimensionen entstehen, deren Vorhandensein offenbar den Raum vergrößern würde, welchen der von ihnen durchzogene, gepreßte Gebirgskörper einnimmt. Leere Spalten müssen also die Folge eines Zerfalles oder einer Zerrung sein. Es wäre von großem Interesse, einmal Berechnungen über die Flächenzunahme anzustellen, welche dabei ein von zahlreichen Spalten durchzogenes Gebiet erfahren haben muß, wie z. B. das Freiberger Revier, wo über 1100 Erzgänge verschiedener Streichrichtungen bekannt sind.

Ein Schollenzerfall, wie er zur Bildung offener Spalten führen kann, ist als Begleiterscheinung großer Gebirgsstörungen denkbar; als solche mögen Absenkungen oder Überschiebungen in Betracht kommen, in deren Hinterlande eine Zerrüttung des Gebirges eingetreten sein mag. So sind wohl die Oberharzer Erzgänge eine unmittelbare Folge der großen nördlichen Randstörung (Überschiebung?), welcher sie parallel laufen. Eine Bildung von Spalten durch Zerrung ist ferner denkbar als Folge einer Schichtenaufwölbung; sie müßten sich z. B. nahe der Sattellinie vorfinden und sich nach der Tiefe verlieren, da jeder Durchbiegung eine Zone der Pressung auf der konkaven und eine Zone der Zerrung auf der konvexen Seite der gebogenen Platte entspricht (Gewölbe- oder Sattelspalten).

Vielfach wird behauptet, daß durch die Gebirgsfaltung selbst Hohlräume und Spalten in den gepreßten Schichten entstehen sollen, wiewohl das Wesen

---

[1]) v. Cottas Gangstudien, I, 371.

des Vorgangs, der sie erzeugen müßte, der Möglichkeit ihrer Entstehung geradezu widerspricht. Eine solche Art von Hohlräumen soll sich während des Faltungsprozesses durch eine **A b s t a u u n g**, eine Aufblätterung der Schichten bilden. Im kleinen Maßstab ist ein solcher Vorgang vielleicht denkbar, und die kleinen Quarzknauer und -Schmitzen, welche sich mitunter in stark gefaltetem Schiefergebirge vorfinden, mögen als sekundäre Ausfüllungen dieser Hohlräume betrachtet werden, wobei aber doch in jedem einzelnen Falle zu bedenken ist, ob letztere nicht im Gegenteil durch eine Auflockerung und Zerrüttung des Schiefers entstanden sind. Man hat aber auch mächtigere Einlagerungen von Kiesmassen[1]) und Goldquarz als derartige Ansiedelungen in Abstauungsspalten betrachtet, so die goldführenden Quarzlinsen in den Schiefern der Alleghanies in Nordamerika und vor allem gewisse Goldquarzmassen in Australien, die sog. „S a d d l e - r e e f s". Diese letzteren treten

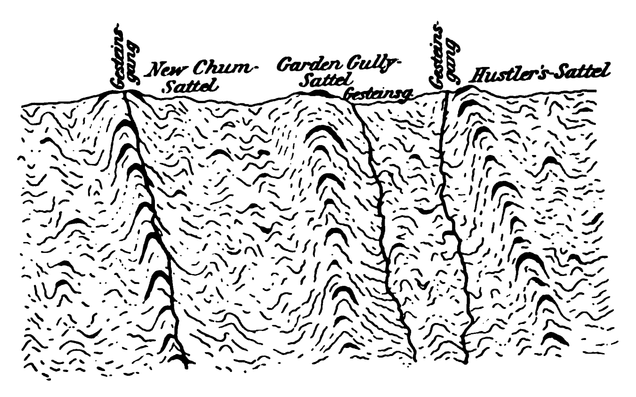


Fig. 136. Ideelles Profil durch den Bendigo-Golddistrikt, welches die Übereinanderfolge der sog. Saddle-reefs veranschaulichen soll. (R i c k a r d, 1891.)

Fig. 137. Schematische Darstellung eines Saddle-reefs nach R i c k a r d, 1891. Zeichenerklärung siehe in Fig. 138.

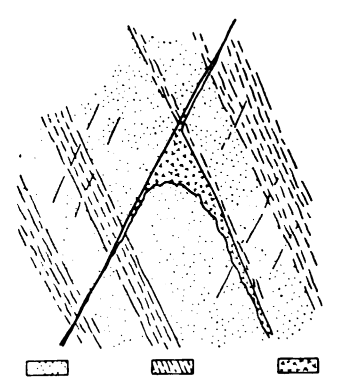


Fig. 138. Ein „falsches Saddle-reef". (R i c k a r d, 1891.)

in hochgradig gefalteten und durch Verwerfungen mannigfach gestörten silurischen Schiefern und „Sandsteinen" (Quarziten?) auf. Man nimmt ziemlich allgemein

[1]) Siehe S. 323.

an, daß sie Ausfüllungen echter Abstauungsspalten seien.[1]) Auf einer der wichtigsten Gruben des Bendigo-Distrikts (der New Chum Mine) liegen sechs solche „Saddle-reefs“ innerhalb einer Vertikaldistanz von ca. 170 m. Die Fig. 136 und 137 geben die Darstellung solcher Verhältnisse nach Rickard wieder. Letzterer selbst erwähnt ausdrücklich, daß man in Australien vieles als Saddle-reef bezeichnet habe, was tatsächlich anderer Entstehung sei (etwa Fig. 138). Der New Chum-Sattel läßt sich nach Rickard auf eine Entfernung von 2200 m verfolgen. Gemäß Fig. 137 wären außerdem die durch den Gebirgsdruck entstandenen Hohlräume mindestens bis zu 45 m hoch gewesen, ohne noch vor der Ausfüllung wenigstens teilweise zusammenzubrechen — eine Vorstellung, welche gegen die angeführte Erklärung jener Saddle-reefs schwere Bedenken erweckt.

Schon früher[2]) wurde darauf hingewiesen, daß wirkliche Quergänge durch intensive Einpressung in sich faltendes Gebirge und gleichzeitige Zerreißung das Aussehen von Linsen und Lagergängen gewinnen können.

„Faltenspalten“ sollen bei der Gebirgsbildung durch Zerreißung des Mittelschenkels einer Falte (infolge einer „Faltenverwerfung“) entstehen; sie müßten senkrecht zur Druckrichtung und immer parallel zum Faltenstreichen verlaufen und ihrer Entstehung zufolge an Überschiebungsflächen gebunden sein. So sollten nach von Groddeck[3]) „die meisten Erzgänge im rheinischen Schiefergebirge, der Emser Gangzug, der Holzappeler Gangzug, die Gänge von Altglück und Rheinbreitenbach solche streichende Faltungsgänge“ sein.

Aber auch hier schließt die bei dem Vorgange herrschende Pressung die Entstehung offener Spalten aus, und eine solche könnte sich höchstens infolge späterer Bewegung innerhalb der „Faltenverwerfung“ aufgetan haben. Wenigstens ein Teil der Harzer faulen Ruscheln mag zu den Faltenverwerfungen gehören.[4]) Ihnen sind manche „Lettenklüfte“ anderer Gegenden offenbar insofern analog, als sie aus zerquetschtem, zerriebenem Gebirge bestehen und wohl Überschiebungsflächen kennzeichnen. Man hat die Ruscheln und Lettenklüfte öfter als Spalten bezeichnet, welche mit zerriebenem und zerdrücktem Material erfüllt worden wären; demgegenüber gilt aber die Definition, welche schon Lossen[5]) von den Ruscheln gegeben hat, offenbar als die zutreffendste: „Ruscheln sind wohl niemals offene Spalten gewesen, welche durch einfallende Gesteinswände gefüllt wurden, sie sind vielmehr eine Verruschelung, d. h. Zerdrückung der Schichten längs parallel oder sehr spießeckig zu den Falten verlaufenden Gleitflächen, hervorgegangen aus reinen Faltenverwerfungen oder aus einem windschiefen Verbiegen bezw. Überbiegen schiefgedrückter oder gedrehter Falten.“ *

Eine besondere Bedeutung für die Entstehung von Spalten haben Daubrée[6]) und Lossen[7]) der Torsion oder drehenden Biegung beigemessen. Sie zeigten,

[1]) Siehe u. a. Rickard, The Bendigo gold-field; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XX, 1891, 463—545. — Siehe dagegen Ranft, Origin and formation of auriferous rocks and gold, Sidney 1889, und Samuels, Origin of the Bendigo saddle reefs, Bendigo 1893.

[2]) S. 98.

[3]) Lagerstätten, 316. Der Holzappeler Hauptgang durchschneidet übrigens das Nebengestein unter spitzem Winkel. — Siehe auch von Groddeck, Beiträge zur Geognosie des Oberharzes; Ztschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., XXIX, 1877, 444.

[4]) Köhler, Bergbaukunde, 6. Aufl., 1903, 25.

[5]) Jahrb. preuss. geol. Landes-Anst. für 1881, 15—16.

[6]) Experimentalgeologie, 235 ff.

[7]) Lossen, Geologische und petrographische Beiträge zur Kenntnis des Harzes. I. Über den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz; Jahrb. preuss. geol. Landes-Anst. für 1881, 1—50, besond. 38. — Ders., Über ein durch Zufall in einer Fensterscheibe entstandenes Torsionsspaltennetz; ebenda für 1886, 336—347.



daß Glasplatten schon infolge schwacher Anwendung einer solchen von zahlreichen sich durchschneidenden Sprüngen durchzogen werden. Schichtenpakete könnten eine Torsion etwa dadurch erfahren, daß sie auf der einen Seite in Ruhe verharren, während sie auf der entgegengesetzten einseitig gehoben werden. Die Folge einer solchen Drehung würden aber hier offenbar zunächst Durchbiegungen sein, und man wird den großen Unterschied zwischen der Biegsamkeit des Glases und derjenigen gewaltiger, innerlich von Klüften durchzogener Schichtmassen nicht vergessen dürfen. Auf jeden Fall liegt auch in Gebieten, welche von Systemen verschieden gerichteter Gänge durchzogen werden, die Möglichkeit vor, daß letztere zu verschiedenen Zeiten infolge verschiedener gebirgsbildender Vorgänge entstanden sind.

Aus dem früher Gesagten und dem vorigen ergibt sich, daß die erzführenden Spalten, vor allem aber auch die auf Zerreißungen und Bewegungen beruhenden Gebirgsstörungen auf sehr verschiedene Art und Weise entstanden sein können, und es folgt daraus die Aufgabe, der Ursache der Spaltenbildung in jedem Falle nachzugehen. Diese Aufgabe kann nur dann gelöst werden, wenn nicht nur der einzelne Gang, sondern auch das weitere umliegende Feld genauer studiert werden, wenn man sich bemüht, den Gang als eine Folgeerscheinung der geologischen Geschichte des ganzen Gebietes zu betrachten. So wird sich die wahre Bedeutung des einzelnen Freiberger Erzganges und die Ursache seiner Entstehung nicht einmal im Zusammenhalt mit dem ganzen Freiberger Ganggebiet, sondern nur mit Hinsicht auf den geologischen Bau des Erzgebirges und seine geologische Geschichte erkennen lassen. Ja, man wird sogar dazu gelangen, seine Entstehung in Zusammenhang mit solchen Ursachen zu bringen, welche noch weit außerhalb des Erzgebirges liegen, wie z. B. mit der quer zu letzterem verlaufenden Gebirgsfaltung des hercynischen Systems. Dasselbe gilt für die Gänge des Oberharzes, deren wahre geologische Bedeutung nicht durch eine Betrachtung des engeren Gebietes, sondern nur im Zusammenhalt mit den tektonischen Verhältnissen des Harzvorlandes erkannt werden kann. „Das Dunkel, welches uns die wahre Natur der Gänge noch immer verhüllt, wird sich mehr und mehr lichten, wenn sie im Zusammenhang mit dem geognostischen Bau der Gegenden, in denen sie auftreten, betrachtet werden können.“[1])

Die Zeitdauer des Aktes der Spaltenbildung. Da sich die auf diese Frage bezüglichen Beobachtungen nicht an die Erscheinungsweise der Spalte selbst, sondern an deren Ausfüllung knüpfen und von letzterer später noch ausführlich gesprochen werden wird, so sollen vorläufig nur wenige Bemerkungen genügen.

Man hatte schon früher angenommen, daß die Spaltenbildung längere Zeit angedauert, Jahrhunderte oder Jahrtausende erfordert habe und im gleichen Schritt mit dem zunehmenden Aufklaffen der Spalte auch deren Ausfüllung vor sich gegangen sei. So glaubt J. Ch. L. Schmidt[2]) „durch eine Menge von

[1]) Brief v. Groddecks an Lossen im Nekrolog Lossens über v. Groddeck; N. Jahrb., 1888, I, 1—24.

[2]) Beiträge zur Lehre von den Gängen, 1827, 38. — Ders., System der auf Ganggebilden sich findenden Formen und Vorkommnisse; Karstens Archiv, XVII, 1828, 85—86.



Tatsachen den Satz unumstößlich festgestellt zu haben, daß die Bildung einer und derselben Gangspalte nur sehr allmählich und große Zeiträume einnehmend geschah, und daß die Ausfüllung mit diesem successiven Öffnen und Erweitern der Spalte von Anfang an gleichzeitig fortgeschritten ist". Das Vorkommen rings von der Gangfüllung umschlossener Nebengesteinsbruchstücke, unsymmetrische Lagenstruktur der ersteren u. a. gilt ihm dabei als Beweis. Er gibt dabei ein System für die Anlage einer Sammlung von Gangstücken; die Darlegungen dieses sehr scharfen Beobachters sind noch jetzt in hohem Maße beachtenswert. Auch Naumann[1]) ist für die ganz allmähliche Öffnung mancher Gänge, wie z. B. der Freiberger, eingetreten, da er glaubte, dieselben seien während und infolge der säkularen Aufwölbung der von ihnen durchzogenen Gebirgskörper entstanden. Ähnlich wie Schmidt beweist auch v. Dechen[2]) die langsame Öffnung der Erzgänge: „die allmähliche Ausbildung der Spalten müsse als erwiesen betrachtet werden, wie dies sich aus den Erzgängen ergebe, deren Bildung in sehr langen Zeiträumen und mit sehr kleinen Veränderungen der Gesteinsschichten eingetreten sei und alle Zeichen eines ganz allmählichen Werdens an sich trügen".

Der Frage nach der Dauer der Spaltenbildung im Oberharz sind v. Groddeck[3]) und Klockmann näher getreten. Ersterer nimmt an, daß die Spaltenbildung ein durch lange Zeitperioden fortdauernder, ganz allmählich wirkender Prozeß sei, der sich durch die ganze Entwickelungsgeschichte des Harzes hindurchgezogen habe. Klockmann[4]) macht im Gegensatz zu der stets von v. Groddeck vertretenen Ansicht darauf aufmerksam, daß (am Rösteberg bei Grund) die Harzer Gangspalten in den Zechstein hinübersetzen, daß sie wahrscheinlich auch in den jüngsten Bildungen des Harzer Vorlandes nachweisbar sein dürften, und kommt mit Hinsicht auf die „hinreichend begründete Vorstellung, daß der Anfang der Spaltenbildung in die Zeit des oberen Culm fällt," zu dem Schluß, daß im Oberharz „der Prozeß der Spaltenbildung ein langdauernder, vom Carbon möglichenfalls bis in die Gegenwart reichender gewesen ist".[5])

Solchen Anschauungen steht die Meinung Daubrées[6]) gegenüber, daß zwar die Formveränderungen im Felsgebäude der Erde langsam erfolgen, und daß die hierauf gerichteten Kräfte allmählich wirken, daß aber, sobald hierbei

---

[1]) Geognosie, III, 510.

[2]) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIII, 1881, 514.

[3]) Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XVIII, 1866, 720.

[4]) Beiträge zur Erzlagerstättenkunde des Harzes; Zeitschr. f. prakt. Geol., 1893, 466 u. 468.

[5]) * Klockmanns Auffassung gegenüber erscheint es doch fraglich, ob ein bestimmtes Spaltensystem zu verschiedenen Zeiten durch den Einfluß zweier etwa senkrecht zueinander gerichteten Druckwirkungen entstanden sein kann, wie sie der carbonischen und der miocänen Gebirgsauffaltung eigen waren. Man wird vielmehr wohl am folgerichtigsten die Entstehung der Oberharzer Gangspalten nur in die Miocänzeit verlegen, wie dies durch v. Koenen wahrscheinlich gemacht worden ist. *

[6]) Experimental-Geologie, 267.

die Elastizitätsgrenze übersteigen würde, plötzliche Auslösung durch plötzliche Spaltenöffnung eintreten muß. In der Tat hat man bei Erdbeben zuweilen ein momentanes Aufreißen weitklaffender Spalten beobachtet. Indessen geht wohl Daubrée hier doch zu weit und übersieht, daß unter Umständen das Nebengestein derselben Spalte oft von Bewegungen betroffen und diese sprungweise erweitert worden sein kann. Zunächst wäre hier solcher Erzgänge zu gedenken, die sich längs eines Gesteinsgangs hinziehen und deren Entstehung nicht gut durch Kontraktion des letzteren (s. S. 509) erklärt werden kann, wie z. B. zu Freiberg der August Flache auf Himmelsfürst einen Minettegang durchsetzt und begleitet,[1]) oder wie ein 2—10 m mächtiger, unter 70° SW. einfallender Glimmerdioritgang im Schiefergebirge von Schneeberg von zwei Erzgängen begleitet wird.[2]) Ähnliches ließe sich auch von Marienberg i S. und Přibram erwähnen. Auch die Kettengebirge sind nicht mit einem Male entstanden, sondern haben eine lange Geschichte von Hebungen und Senkungen hinter sich; Erdbeben wiederholen sich zu vielen Malen in dem gleichen Schüttergebiete. Gerade letzteres beweist, daß da, wo einmal eine tiefgreifende Diskontinuität in der Erde besteht, die Bruchspalten für neue Weiterungen und Bewegungen empfänglich bleiben. Ein gutes Beispiel für das zuletzt Gesagte bilden die Erdbeben von Herzogenrath bei Aachen am 22. Oktober 1873, am 24. Juni 1877 und am 16. August und 10. Dezember 1878. Alle vier zeigen eine große Übereinstimmung darin, daß ihr Erregungsherd in der Fortsetzung des „Feldbisses" liegt, d. i. der großen, das Wormgebiet durchsetzenden Dislokationsspalte. Ein genetischer Zusammenhang zwischen letzterer und den Erderschütterungen ist nach v. Lasaulx[3]) fast unbestreitbar. Es ist das Nächstliegende anzunehmen, daß eine fortdauernde Weiterbildung jener Spalte die Ursache der sich wiederholenden Erdbeben sei.

Übrigens entstand im Jahre 1876 durch die Erdbeben von Herzogenrath „im nordöstlichen Feldesteile der Grube Maria bei Höngen ein unregelmäßiger, aber ziemlich geradliniger, in Stunde 5 streichender Riß von fast 300 m Länge, auf dessen südlicher Seite die ganze Oberfläche fast senkrecht etwa 50 cm abgerutscht ist. Die Stärke der Bodensenkung nimmt von W. nach O. ab und verliert sich bei einer starken Abdachung der Oberfläche gegen O., die mit der das ganze Eschweiler und Aachener Steinkohlenbecken quer durchsetzenden mächtigen Gebirgsstörung, der Sandgewand, augenscheinlich in direkter Verbindung steht".[4]) Gelegentlich der Erdbeben werden bekanntlich in manchen Gegenden hier und da gewaltige, kilometerlange Spalten aufgerissen; es sei wegen dieser auf die Geologiebücher verwiesen.

Nach Zimmermann[5]) waren schon im Jahre 1826 im Juliane-Sophieer Querschlag, welcher in 560 Fuß Teufe der Gruben Dorothea und Carolina bei

---

[1]) Neubert, Über Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. i. Sachsen, 1881, 55.

[2]) Erl. z. Sekt. Schneeberg der geol. Spezialkarte v. Sachsen, 73, 74.

[3]) Das Erdbeben von Herzogenrath am 24. Juni 1877, Bonn 1878.

[4]) Wagner, Beschreibung des Bergreviers Aachen, 1881, 63—64.

[5]) Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze, 1828, 115—136. — v. Koenen, Beitrag zur Kenntnis von Dislocationen; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. für 1887, 468—471. — Köhler, Beiträge zur Kenntnis der Erdbewegungen und

Clausthal im Beginn des 18. Jahrhunderts gegen 760 m weit ins Hangende getrieben worden war, zweifellose Anzeichen einer nicht unerheblichen Bewegung in junger Zeit zu beobachten. In der Entfernung von etwa 162 m vom Gang war die Jahreszahl 1726 eingehauen und in ihrer Nähe einige sog. „Gedingstufen" in das feste Gestein gemeißelt; zwei der letzteren waren durch Klüfte so verschoben worden, wie es die Fig. 139 zeigt. Andere ähnliche Klüfte hatten seitliche Verwerfungen bis zu $4^1/_2$ Zoll (ca. 11 cm) hervorgebracht, und wiederholt sind Teile des Querschlags etwas nach Osten verschoben worden, da der letztere etwa NNO.—SSW. gerichtet ist, die nach Süden einfallenden Klüfte aber spießeckig dazu streichen. Im ganzen waren 17 solcher Klüfte zu beobachten, welche zusammen eine seitliche Verschiebung von etwa 0,31 m verursachten. Im Jahre 1886 waren diese Verwerfungen etwa auf das Doppelte des Betrags gestiegen, den sie von 1726—1826 erreicht hatten.

Eine scheinbar fortdauernde Bewegung des Gebirges war im Jahre 1901 auf der 17. und 18. Feldortstrecke zwischen dem Kaiser Wilhelm- und dem Anna Eleonore-Schacht auf dem Burgstädter Zug bei Clausthal zu beobachten; sie ist von G. Köhler[1]) beschrieben worden. Die Bewegung geht längs eines „Schlechten" (d. i. eine mit Letten erfüllte schmale Kluft) vor sich, welches

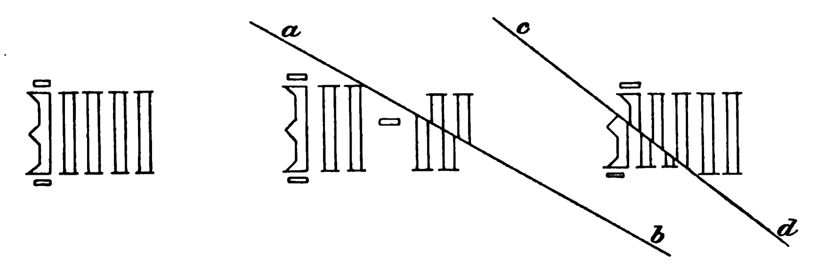


Fig. 139. Verschiebungen von Gedingstufen auf dem Juliane-Sophier Querschlag. (Zimmermann, 1828.)

den Burgstädter Zug vom Kaiser Wilhelm-Schacht bis zum Königin Marienschacht durchstreicht und „Hauptschlechtes" genannt wird. Es senkt sich das Liegende der Kluft. Infolgedessen beobachtet man folgendes: 1. starke, als Stützen verwendete Eisenbahnschienen werden verbogen, sobald ihr Kopf im Liegenden, ihr Fuß im Hangenden des Schlechten steht, während solche, welche ganz im Liegenden oder Hangenden stehen, unverändert bleiben; 2. ein Bohrloch, welches vom Hangenden aus durch das Schlechte getrieben wurde, zeigte innerhalb sechs Jahren in letzterem eine Abwärtsbewegung von 30 mm; 3. durch den Gebirgsdruck ist der Lettenbesteg des Schlechten bald herausgepreßt worden und hängt wulstförmig am Liegenden. Mit diesem letzteren hat der Wulst, seitdem die Strecke getrieben ist, eine Senkung erfahren, so daß er jetzt gesimsartig unter der Kante des Hangenden sich hinzieht. Der freigelegte Letten zeigt eine vertikale Streifung. Da zu jener Zeit, als die Erscheinungen beobachtet wurden, unter der 18. Feldortstrecke irgendwelcher Abbau oder eine Strecke nicht bestand und auch die nachträglich angefangene 19. Firste in dem Hangenden des Schlechten

---

Störungen der Lagerstätten; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVI, 1897, 343—345. — Siehe ferner die Diskussion: v. Koenen, Über die Schichtenverschiebungen im Juliane Sophier Querschlage bei Clausthal; ebenda, LVII, 1898, 140. — Köhler, Erwiderung; ebenda, 140—142.

[1]) Ein weiterer Beitrag zur Kenntnis der Erdbewegungen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LX, 1901, 201—202.

liegt, so hat man es mit einer natürlichen Gebirgsbewegung zu tun, d. h. mit einer solchen, die nicht durch den Abbau hervorgerufen ist. Aus dem oben mitgeteilten Betrag der Senkung berechnet sich für 100 Jahre eine solche von 0,5 m.

Vielleicht sind hier auch die sog. „aufgestrichenen Spiegel" zu erwähnen. Auf manchen „Spiegeln" liegen viele äußerst dünne, glattgestrichene Plättchen übereinander; es scheint, als ob während der Spiegelbildung eine langsame Erweiterung der Kluft und ein fortwährendes erneutes Eindringen von unverhärteter Masse in die Spalte stattgefunden habe, längs deren eine Bewegung vor sich ging. Durch letztere wurden die auf den älteren Harnisch „aufgeschmierten", d. h. in die Kluft eingedrungenen Massen neuerdings gerieben und poliert.[1]) Endlich sei noch darauf hingewiesen, daß auch Werner[2]) schon die Vorstellung von sich langsam öffnenden, aber auch von sich schließenden Gängen besaß; es sei zu beachten, „daß verschiedene der Spalten, welche die für die jetzt bestehenden Gänge erst nötigen Räume hergaben, anfänglich weiter waren und sich nachher wieder etwas zusammengezogen haben; — daß andere im Gegenteile nach und nach und vielleicht noch selbst während ihrer sukzessiven Ausfüllung weiter und weiter geworden sind — und daß die meisten der älteren Spalten schon ausgefüllt und dadurch wieder völlig zugeheilt waren, als wieder neue entstanden, welche teils durch jene älteren zugeheilten quer durch, teils entlang ihnen hin rissen, — und daß dergleichen Ereignisse sich sehr wiederholt zugetragen haben". Bei der Besprechung der „Doppelgänge" wird sich später Gelegenheit geben, auf die Erweiterung bestehender Spalten zurückzukommen.

Mit den obigen Betrachtungen kann selbstverständlich nicht einseitig bewiesen werden, daß alle Spalten erst nach und nach ihre heutige Mächtigkeit erlangt haben.

Über die Zeit der Spaltenbildung und der Gangfüllung wird später noch zu handeln sein. Einstweilen genüge, daß die Aufreißungen auch im gleichen Gebiet zu sehr verschiedener Zeit stattgefunden haben können. Nach v. Koenen sind die Gangspalten des Oberharzes und wohl auch die gleichgerichteten des Unterharzes, welche etwa dem nördlichen, durch Störungen gekennzeichneten Harzrand parallel laufen, erst am Ende der Miocänzeit entstanden, bezw. zum mindesten erweitert worden, als die spättertiäre Heraushebung des Harzes erfolgte. Die Oberharzer Gänge finden nämlich ihre Fortsetzung in der Trias und im Zechstein des westlichen Harzvorlandes, und mit ihnen gleichgerichtete haben noch Absenkungen miocäner Ablagerungen bewirkt. Noch später dürften im Harz die Spalten entstanden sein, welche zur Bildung der NS. streichenden Harzquertäler führten.[3]) Als Störungen der Oberharzer Gänge machen sich dieselben indessen kaum bemerkbar.

Auch das sächsische Erzgebirge war einer Spaltenbildung in zweifachem Sinn unterworfen; die eine, dem erzgebirgischen SW.—NO.-Streichen angehörige, begann zwischen der Zeit des Culms und des produktiven Carbons, die andere in der hercynischen (NW.—SO.) Richtung verlaufende ist jünger als das mittlere Rotliegende.[4]) Über verschiedene Dislokationen, welche sich noch in neuester

---

[1]) Schmidt, Beiträge, 32.

[2]) Gangtheorie, 89—90.

[3]) v. Koenen, Über die Dislocationen westlich und südwestlich vom Harz; Jahrb. d. preuss. geol. Landes-Anst. f. 1893, 68—82.

[4]) Rothpletz, Erläuterungen zur Sekt. Frankenberg-Hainichen, 4, 56.



Zeit ereignet haben, macht Sueß[1]) Angaben; von besonderem Interesse wäre darunter die Entstehung einer Dislokationsspalte auf der Insel Neuseeland infolge von Erdbeben, und daß längs jener Spalte eine schaukelförmige Bewegung des einen Flügels der gespaltenen Scholle vor sich ging.[2])

II. Die Gangfüllung im allgemeinen.

Wie noch später besprochen werden soll, können sich bereits während der Spaltenbildung Gesteinsstücke von den Spaltenwänden ablösen und bis zu einem gewissen Grade deren Ausfüllung bewirken. Im übrigen vollzieht sich alle Spaltenfüllung ursächlich unabhängig von dem Vorgang der Spaltenöffnung. Der beste Beweis hierfür ist in der fast selbstverständlichen Tatsache gegeben, daß es auch offene Spalten gibt. Schon Leopold v. Buch[3]) berichtet von den bis 30 Fuß breiten, parallelen Spalten, welche das Kongshavnfjeld am Altenfjord in Finmarken rechtwinkelig zum Schichtenstreichen durchsetzen; es seien das „ganz einleuchtend Gänge, wahre, offenstehende Gänge, die nicht ausgefüllt wurden. . . . . Vielleicht findet man selten einen Berg so belehrend wie diesen für Gangtheorie“.

Im Gneise des Saubergs bei Ehrenfriedersdorf gibt es eine Menge 15 bis 50 cm weiter Klüfte, welche den Grubenwässern zum Abfluß dienen.[4]) Im Zechstein von Kamsdorf bei Saalfeld sind die Spalten (Rücken) nicht überall mit Erz ausgefüllt, sondern besonders nahe dem Ausgehenden z. T. auf große Strecken hin offen oder wenigstens nicht immer völlig ausgefüllt. Eine vom Kronprinzengang III abzweigende Kluft mündete derartig zutage aus, daß je nach der Windrichtung Wetter einfielen oder auszogen, und zwar mit solcher Stärke, daß wohl auch die Lichter ausgeblasen wurden.[5]) Nach Freiesleben[6]) hatte ein offener Gang im Tonschiefer von Obernitz bei Saalfeld eine Weite von 0,6 bis 0,9 m. Auf Grube Treue Freundschaft im Johanngeorgenstädter Revier gab es einen stellenweise offenen Gang ohne Ausfüllung; nur hier und da lagen in ihm lose Bruchstücke kreuz und quer durcheinander.[7])

Der stoffliche Bestand der Gangfüllungen.

Nach Naumann[8]) hat man zu unterscheiden:

1. Produkte mechanischer Prozesse: Nebengesteinsfragmente.
2. Produkte mechanischer und chemischer Prozesse: Ganggesteine.
3. Produkte chemischer Prozesse: Gangarten und Erzarten.

Dazu kommen zuweilen Einschwemmungen von Tag herein.

---

[1]) Antlitz der Erde, II, 34—35.

[2]) Lyell, Principles, 11. ed., 1872, 82—89.

[3]) Reise durch Norwegen und Lappland, II, 1810, 6—8. — Gesammelte Werke, II, 1870, 361—362.

[4]) Freiesleben, Beiträge zur Naturgeschichte der Gänge; Molls Jahrb. IV, 2, 1800, 11.

[5]) Beyschlag, Die Erzlagerstätten der Umgebung von Kamsdorf; Jahrb. preuss. geol. Landes-Anst. für 1888, 343—344, 351.

[6]) l. c. 11.

[7]) Freiesleben, Magazin für die Oryktographie von Sachsen, 1. Extraheft 1843, 97.

[8]) Geognosie, III, 560.

1. Die **Nebengesteinsfragmente** sind noch deutlich als solche erkennbar; sie können in die Spalte während oder nach deren Aufreißen gelangen. Größere, der Gangebene parallele Schollen im Gang heißen die Engländer und Amerikaner „horses" oder „riders". Die Fragmente sind entweder scharfkantig, wenn sie nach ihrer Ablagerung in der Spalte keine scheuernde Bewegung erfahren haben, oder sie sind abgerundet. Ihre Rundung haben sie dann, wie dies schon früher bei Erwähnung der „Kugelgänge" des näheren auseinandergesetzt wurde, durch eine andauernde Verschiebung der Spaltenwände und dadurch erzeugte Reibung erhalten, oder durch Wasser, welches von Tag aus einströmte und einen Strudel und dadurch eine Abrollung der Fragmente bewirkte. So verfielen auf der Alten Hoffnung Gottes bei Schönborn in Sachsen im Jahre 1872 in einem Schachte 19 Tage lang von der 2. zur 3. Gezeugstrecke (40 m) pro Minute 2816 l Wasser und erzeugten beim Aufsturz Gerölle. Für gewöhnlich stammen solche Fragmente von den nächstliegenden Wänden der Gangspalten, können aber selbstverständlich auch aus einem höheren Niveau nach der Tiefe gelangt sein. Auf letztere Weise sind vielleicht die Verhältnisse zu erklären, welche Freiesleben[1]) von Altenberg beschreibt: Hier waren der Schurfer und Michaelis Morgengang im Porphyrgebirge des Zwitterstocks tiefen Erbstollen durchgehends mit Geschieben von Haselnuß- bis Kopfgröße erfüllt, welche aus Gneis und Quarz bestanden haben sollen und nur durch etwas Ton verkittet waren.[2])

Auch eine rein mechanische Füllung einer offenen Spalte von Tag herein ist mehrfach beobachtet worden.

So war auf dem Segen Gottes-Gang der Grube Segen Gottes zu Zwittermühl im oberen Schwarzwassertal (Böhmen) 140 m unter Tag die 0,6 m mächtige, von festen Salbändern begrenzte Gangspalte auf 6 m Länge mit Sand, Quarz- und Glimmerschiefergeröllen erfüllt, welche von Tag herein eingeschwemmt gewesen sein sollen. Im Grünen Gang zu Schemnitz fanden sich längs eines schmalen Raumes noch in 260 m Teufe 10 cm Durchmesser erreichende Quarzgerölle mit Spuren von Bleiglanz und Zinkblende, von der Beschaffenheit wie letztere nicht dem Grünen Gang, wohl aber den mehr westlich liegenden Spalten des Spitaler und Theresiengangs eigentümlich sind.[3]) Einzelne größere Spalten können durchaus mit Geröllen erfüllt sein. Man hat z. B. beim Betrieb des Rotschönberger Stollens (Freiberg) in 203,2 m Entfernung vom 1. Lichtloch am 30. Januar 1851 in eine mit Schlamm, Sand und Diluvialgerölle erfüllte wasserreiche Gebirgsschlucht geschlagen, wobei der Stollenort plötzlich zu Bruch ging und auf 40 m mit Sand und Schlamm zugeschoben wurde. Die Schlucht, welche erst 1864 ganz durchfahren wurde, hatte eine Mächtigkeit von 35 m.[4]) In ähnlicher Weise fuhr man auf der Zinkblende-Bleiglanzgrube Diepenbrok bei Mülheim a. R. bei 30 m unter Tag mehrfach Gerölle und Sand an, in denen sich Holzreste, ein Mammutzahn, Feuersteinknollen aus den Kreideschichten, bis 10 Ztr. schwere Schiefergerölle und bis 6 Ztr. schwere, abgerundete Rollstücke von

---

[1]) Molls Jahrb., l. c. 31—33.

[2]) Nach Naumann, Geognosie, III, 563—564 soll es sich jedoch um Porphyrkugeln auf dem den Porphyr durchsetzenden Gang handeln. Siehe auch S. 498 dieses Buches.

[3]) v. Cotta nach Faller, Gangstudien, IV, 1862, 34. Die bezeichnete Herkunft wird von Lipold für zweifelhaft gehalten.

[4]) H. Müller, Die Ausführung des fiskalischen Rothschönberger Stollns; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachsen, 1878, 8.

Zinkerz vorfanden. Diese Fremdlinge reichten bis zu 63 m hinab.[1]) Mit Sandstein erfüllte Spalten („Sandsteingänge“) wurden beschrieben von A. P. Pawlow[2]) von Alatyr (Rußland), wo oligocäner Sandstein Neocomtone durchsetzt, von Diller[3]) aus Amerika, und zuletzt hat Kalkowsky[4]) einem unteroligocänen Sandsteingang, der in etwa 40 cm Mächtigkeit die Brongnarti-Pläner von Weinböhla bei Dresden durchsetzt, eine eingehende Schilderung gewidmet.

2. Die **Ganggesteine** sind das Produkt kombinierter mechanischer und chemischer Prozesse. Sie entstehen dadurch, daß das Nebengestein in situ oder daß Nebengesteinsfragmente, die in die Spalte gestürzt sind, durch die Verschiebung der Spaltenwände zermalmt und zerrieben und weiterhin auch noch durch die Einwirkung von Wässern, die auf der Spalte zirkulierten, schlammartig zerweicht und zersetzt worden sind, so daß von ihrem ursprünglichen Charakter äußerlich nichts mehr zu erkennen ist. Mitunter haben solche Massen eine mehr oder weniger schieferige Struktur und werden nach allen Richtungen hin von Rutschflächen und Querklüften durchzogen, die ebenso wie jene auf Druck und Bewegung hindeuten. Bildet solches Ganggestein die einzige Ausfüllung der Gänge, so spricht man von Lettengängen oder Lettenklüften. Die Joachimsthaler[5]) Morgengänge haben z. B. zum Teil nur eine schieferig-lettige Ausfüllung. Solche Gebilde, d. h. wirkliche, mit Zerreibungsmaterial erfüllte Spalten, sind aber wohl seltener als die Ruscheln, Fäulen, die sog. Lettenklüfte usw., deren Entstehung oben besprochen wurde und deren Gestein große Ähnlichkeit mit echten Ganggesteinen zeigt. Zu den ruschelartigen Erscheinungen gehören wohl auch manche „Gänge“ von „aufgelöstem Gneis“ der Freiberger Gegend.

Eine besonders ausführliche Untersuchung haben die „Gangtonschiefer“ des Oberharzes durch v. Groddeck[6]) erfahren. Dieses, die zusammengesetzten Gänge zum großen Teil erfüllende Ganggestein besteht aus „einem milden, fettig anzufühlenden, meistens glänzend schwarzen, manchmal auch hellen, gelblichen, grünlichen oder rötlichen Gestein, das äußerst fein und verworren geschiefert ist und unendlich viele Reibungs- und Quetschungsflächen zeigt. Dieser im einzelnen sehr verworren, im großen ganzen aber den Salbändern der Gänge parallel gelagerte Schiefer ist sehr oft in linsenförmigen Massen abgesondert,

[1]) Siehe auch Schrader, Über die Selbecker Erzbergwerke; Corresp.-Blatt des naturh. Ver. der Rheinl. u. Westfal., XLI, 1884, 59—62; N. Jahrb. 1887, I, — 429 —.

Weitere Beispiele von Pontgibaud bei Clermont und aus Cornwall erwähnt Lodin, Étude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud; Ann. d. mines, (9), I, 1892, 457—459.

[2]) On dikes of oligocene sandstone in the neocomian clays of the district of Alatyr in Russia; Geol. Magaz. (4), III, 1896, 49; Ref. N. Jahrb., 1896, II, 334—335.

[3]) Sandstone dikes; Bull. Geol. Soc. of America, I, 1889, 411—442; Ref. N. Jahrb., 1891, I, 109—113.

[4]) Über einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Überschiebung bei Weinböhla in Sachsen; Abh. naturw. Ges. Isis, Dresden 1897, 80—89.

[5]) Babanek, Über die Erzführung der Joachimsthaler Gänge; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXII, 1884, 2.

[6]) Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVIII, 1866, 728—733. — Über die schwarzen oberharzer Gangthonschiefer; ebenda, XXI, 1869, 499—515. — Studien über Thonschiefer, Gangthonschiefer und Sericitschiefer; Jahrb. preuss. geol. Landes-Anst. f. 1885, 1—52.

welche wie aneinander abgerutscht erscheinen. Zerbricht man eine größere Linse der Art, so zerfällt sie in lauter kleinere linsenförmige Stücke, welche aus sehr feinen, vielfach gekrümmten, leicht trennbaren, glänzenden Blättchen bestehen". Die durch v. Groddeck veröffentlichten Analysen zeigen, daß bei der Umwandlung der Tonschiefer in Gangtonschiefer eine Verminderung des Eisenoxydul- und Magnesiagehaltes stattgefunden hat, wogegen natürlich die übrigen Gemengteile eine relative Anreicherung erfuhren. Es „ergibt sich mit Bestimmtheit, daß nicht allein die bunten, sondern auch die schwarzen Oberharzer Gangtonschiefer sowohl mechanisch als auch chemisch veränderte Culmtonschiefer sind".

Der sog. „Glamm" von Verespatak ist im allgemeinen eine ungeschichtete Breccie, welche in einer grauen bis schwarzgrauen Grundmasse allerlei Bruchstücke verschiedener Gesteine des Reviers, nämlich von Karpathensandstein, Glimmerschiefer, Phylliten und von tertiären Eruptivgesteinen enthält. Nach Pošepnýs[1]) Ansicht wäre er teils bei den Eruptionen der letzteren durch deren Schwere längs der Kontaktflächen emporgepreßt worden, teils entspricht er jedenfalls dem Gangtonschiefer. Der „Glauch" der Nagyáger Goldlagerstätten[2]) bildet Gänge innerhalb des Dacits; er besteht aus einer milden, tonschieferähnlichen Masse, welche Bruchstücke von Dacit, Sandstein, Ton, seltener Phyllit oder Glimmerschiefer in sehr wechselnder Menge und Größe umschließt, und ist ausschließlich auf die gangführenden Zonen des Dacits beschränkt. Die Mächtigkeit dieser Gänge schwankt zwischen derjenigen schwacher Klüfte und einer solchen bis zu 10—20 m. Wo der Glauch auf der Grenze zwischen dem Dacit und den darin enthaltenen Sedimentschollen auftritt, enthält er Bruchstücke beider, und eine solche Vermischung läßt sich, wenn der Glauch von einem Gestein in das andere übertritt, 10—20 m weit jenseits der Grenze in beiden Gesteinen verfolgen. v. Inkey erblickt darin einen Beweis für eine Bewegung der Gangausfüllung. Durch ein Niedersinken (Setzen) sind nach demselben Autor die Spalten in den eben ergossenen Dacitmassen entstanden und in dieselben die darunter liegenden tertiären, wasserdurchtränkten Schlammmassen durch den auflastenden Druck gepreßt worden. Nach v. Inkey wäre der Glauch von Nagyág ganz analog dem Glamm von Verespatak, hätte also mit einer eigentlichen

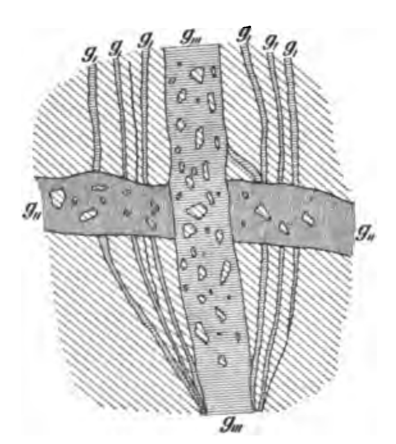


Fig. 140. Dreifache Glauchbildung in Nagyág. Der Glauch $g_{,,}$ ist 20 cm, $g_{,,,}$ ist 15 cm mächtig. (v. Inkey, 1885.)

[1]) Über die Glammgesteine Siebenbürgens; Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1871, 93—94. — Semper, Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten des Siebenbürgischen Erzgebirges; Abh. preuss. geol. Landes-Anst., Neue Folge, XXXIII, 1900, 146—148.

[2]) v. Inkey, Nagyág und seine Erzlagerstätten, 1885, 146—151, Lit.



Schlammeruption unter direktem Zutun vulkanischer Tätigkeit nichts zu tun. Im Gegensatz zur Auffassung v. Inkeys kommt allerdings Semper zu dem Resultate, daß „die Glauche als einfache Reibungsbreccien anzusehen sein dürften, deren Bruchstücke ebenso wie ihr Kitt den zerbrochenen und zerriebenen Nebengesteinen der Spalten entstammen“[1]) (Fig. 140). Solche Glamm- oder Glauchbildungen kommen nach v. Inkey auch auf zahlreichen anderen ungarischen und siebenbürgischen Gruben vor, so zu Nagybánya, Kapnik, Felsöbánya, Ruda usw.

* Auf der Kupfergrube von Monte Catini und anderen ähnlichen in Toskana liegen die Kupfererze teilweise als feine Imprägnation oder in größeren oder kleineren, mechanisch gerundeten, mit Rutschflächen umgebenen, oft kolossalen Kugeln und Blöcken in einem chloritischen Reibungsprodukt, das selbst große und kleine gerundete Stücke des Nebengesteines oder dieses Ganggesteines umschließt. Es ist eines der schönsten Beispiele für die Entstehung solcher sekundärer Massen durch mechanische und chemische Vorgänge. Für letztere sprechen die in der „Gangmasse“ vorkommenden Ausscheidungen von Kalkspat, Zeolithen usw. *

Die Ganggesteine haben oft ein unscheinbares Aussehen, welches keineswegs zu eingehenderen Studien verlockt. Man begnügt sich deshalb meistens damit, sie kurzweg als „Letten“, „zersetzten Tonschiefer“, „aufgelösten Gneis“ usw. zu bezeichnen und allenfalls noch eine Probe auf ihren Metallgehalt vorzunehmen. Und doch verlohnt sich in vielen Fällen eine eingehendere Untersuchung dieser Gebilde in hohem Maße. Dieselbe soll wenigstens mittels des Sichertrogs vorgenommen und die erhaltenen Teilprodukte geprüft werden. Eine genaue mechanische, optische und chemische Analyse aber kann unerwartete und wichtige Folgerungen auf die chemischen Vorgänge ermöglichen, welche sich bei der Ausfüllung der Spalte abgespielt haben.

Über das Vorkommen von Versteinerungen auf Gängen.

Wenn die Spaltenwände aus versteinerungsführenden Gesteinen bestehen, so können zirkulierende Gewässer die Fossilien daraus isolieren, sobald diese widerstandsfähiger sind als das Muttergestein; die Versteinerungen können sich dann an der Gangfüllung beteiligen und in Erze und Gangarten eingehüllt, bezw. in metasomatischen Lagerstätten auch in solche umgewandelt werden. So fand Charles Moore[2]) in den Bleiglanzgängen von Nordengland und Nordwales, welche in carbonischen, rhätischen und liasischen Kalken aufsetzen, bis zu 183 m Teufe 209 Arten von Versteinerungen. Sie kommen namentlich im Gangletten vor; im Mendip-Distrikt und in Südwales trifft man carbonische und liasische Reste auf demselben Gange an. Moore glaubte, dieselben seien vom Meeresboden her in die Spalten gefallen. Eines der merkwürdigsten Stücke des Freiberger Werner-Museums ist ein in Flußspat eingewachsener Crinoidenstiel aus einer englischen Grube; das Vorkommen von Versteinerungen auf Gängen hat denn auch Werner[3]) als einen Beweis dafür angeführt, daß die Spalten offen gestanden haben und von obenher gefüllt worden sein müßten.

[1]) loc. cit., 17—21.

[2]) Report on mineral veins in carboniferous limestone and their organic contents Report of the Brit. Ass. Adv. of Science, 1869, 360.

[3]) Gangtheorie, 75—78, 111. — Weitere Lit.: Hunt, British Mining, II. Edit., 1887, 422—424. Oceanic remains in mineral veins. — Kühn, Geognosie, II, 453, 677, 681, 715.

3. **Erze und Gangarten** sind diejenigen Mineralien, welche innerhalb der Spalte und manchmal auch innerhalb des an die Spalte angrenzenden Nebengesteines ausschließlich durch chemische Vorgänge erzeugt worden sind. Es ist dabei zunächst gleichgültig, ob diese Mineralien primäre Absätze oder sekundäre Umwandlungsprodukte sind.

Die Unterscheidung zwischen Erz und Gangart[1]) ist eine ziemlich willkürliche und geschieht deshalb auch seitens des Theoretikers anders als seitens des Praktikers. Für letzteren bilden die nutzbaren Gangmineralien das Erz, wenn sie im einzelnen Fall die Gewinnung lohnen; Opal, Strontianit, Coelestin, Witherit, Baryt, Apatit, Flußspat, Graphit können das Erz einer Gangmasse darstellen und werden dann auch so genannt. Umgekehrt sind für den Praktiker auch metallhaltige Verbindungen nur Gangarten, wenn sie als untergeordnete, nicht gewinnungswürdige, manchmal sogar unwillkommene Begleiter auftreten, wie Zinkblende, Pyrit, Spateisenstein. Im allgemeinen bezeichnet man als Erze die Schwermetalle oder deren Verbindungen von metallischem oder nicht metallischem Habitus, als Gangarten die mit ihnen einbrechenden Verbindungen der Leichtmetalle.

* Bei der mineralischen Ausfüllung der Spalten sind sowohl nach ihrem Wesen als auch nach ihrem Wirkungsgrad verschiedene chemisch-geologische Prozesse tätig gewesen, auf welche später noch im einzelnen eingegangen werden soll. Zum größten Teil sind die Spaltenfüllungen gewiß nichts anderes als Absätze aus wässerigen Lösungen; ebenso sicher ist aber der Ursprung dieser letzteren nicht immer derselbe gewesen.

Manchmal sind dann die Mineralabsätze unter Beteiligung des Grundwassers und unter Auslaugung des Gesteines, also durch Lateralsekretion entstanden, meistens aber dürften sie thermalen Lösungen entstammen. Sowohl die Herkunft des Lösungsmittels wie des Gelösten ist jedoch zumeist völlig unbekannt und braucht gleichfalls in den verschiedenen Fällen keine gleichartige zu sein. Die Erscheinungsweise vieler Gänge spricht allerdings dafür, daß sie sich aus wässeriger Lösung, zugleich aber auch unter — wenn auch nebensächlicher — Mitwirkung von Gasen im Gefolge der Erstarrung eruptiver Gesteine gebildet haben. Solche mineralische Absätze aus wässeriger Lösung können nur bei sehr vorgerückter Erkaltung des Nebengesteines oder in einiger Entfernung vom ursächlich beteiligten Magma vor sich gegangen sein. In unmittelbarer Nähe des letzteren oder in dem noch heißen Gestein ist die Existenz des Wassers, dessen kritische Temperatur bei 365° liegt, unmöglich, und an seine Stelle tritt das mit steigender Temperatur chemisch immer wirksamer werdende Wassergas samt anderen energisch lösenden Gasen. Innerhalb dieser Zonen kann also eine Mineralbildung zunächst nur aus Schmelzfluß und aus Gasen, also unter Pneumatolyse, und erst in der letzten Phase der Abkühlung aus anfangs hochgradig erhitztem Wasser statthaben. Dabei kann das Gestein, welchem die Erzabsätze entstammen, in seiner großen Hauptmasse bereits erstarrt sein, wenn die Reaktion zwischen den gasförmigen Magmaresten zu einem Mineralabsatz führt — oder die Ausstoßung des Erzes erfolgt mit samt den letzten Mutterlaugenresten der ursprünglichen Schmelzlösung und in diesen gelöst. Die auf so verschiedene Weise ent-

[1]) Siehe S. 12.



stehenden Spaltenfüllungen müssen in den Extremen ein sehr verschiedenes Gepräge besitzen; es ergibt sich aber gleichwohl aus dem Vorstehenden als wahrscheinlich, daß zwischen diesen Übergänge möglich sind, was sich späterhin auch bestätigen wird.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse scheint es, als ob die Spaltenfüllungen in folgende Gruppen geteilt werden dürften:[1])

I. An dem primären Mineralabsatz sind wasserfreie Tonerde- und Alkalisilikate fast nie beteiligt.

1. Erzgänge mit sehr verschiedenartiger Füllung, höchstwahrscheinlich vorwiegend hydatogener[2]) Entstehung. Hierher gehört weitaus die größte Zahl der Gangfüllungen. Ihre Bildung erfolgte in ursächlicher Unabhängigkeit von der Entstehung der Gangspalten. **Hydatogene Erzgänge.**

II. Für den primären Mineralabsatz sind wasserfreie Tonerdesilikate charakteristisch. Alkalisilikate sind vorhanden oder fehlen.

2. Ansiedelungen auf Kontraktionsspalten eruptiver Gesteine oder auf Gangspalten in deren Umgebung. Die Mineralbildung steht im unmittelbaren Gefolge der Gesteinserstarrung und ging zunächst unter Pneumatolyse aus Gasgemischen, später hydatogen vor sich. Bor- und fluorhaltige Silikate und Phosphate sind verbreitete Gangarten. Teilweise besteht eine innige Beziehung zwischen diesen Minerallagerstätten und Pegmatiten. **Pneumatolytisch-hydatogene Gänge** mit Zinnerz, Kupfererz, Gold und Titanoxyden.

3. Die Lagerstätten sind Aussonderungen von Tiefengesteinsmagma, und zwar, soweit bekannt, von Graniten. Sie sind samt aplitischer Mutterlauge in aufgeblätterte Schiefer injiziert, welche sie kontaktmetamorph verändert und aus welchen sie Material zur Bildung von Kontaktmineralien (Cordierit, Spinell, Granat usw.) aufgenommen haben. Sie sind magmatischer und pneumatolytischer, in der letzten Bildungsphase hydatogener Entstehung; als Erze kommen Sulfide des Eisens, Kupferkies und Zinkblende hauptsächlich in Betracht. **Injektionslagerstätten oder nicht metasomatische Kontaktlagerstätten.** *

[1]) Die nachstehende Einteilung bringe ich hiermit in Vorschlag. Die unter 3. bezeichnete Gruppe, deren bekanntester Vertreter das Kieslager von Bodenmais ist, war von Stelzner zu den schichtigen Lagerstätten gezählt worden. Nachdem zuletzt Weinschenk deren epigenetische Entstehung sehr wahrscheinlich gemacht hat, glaube ich, daß sich die obige Gruppierung als die logischste von selbst ergibt. Auf das Stelznersche System der Erzgänge, das die unter 1. und 2. bezeichneten Gruppen enthält, wird später eingegangen werden. Die hier vorgeschlagene und weiterhin durchgeführte Einteilung der Gänge kann keinen Anspruch darauf machen, die vielen Probleme, welche ihre Entstehung von jeher geboten hat und in Zukunft noch bieten wird, mit einem Male beseitigt zu haben. Sie nimmt z. B. für die erste Gruppe eine Entstehungsweise an, welche bisher für manche Glieder derselben als höchst wahrscheinlich bezeichnet, für viele indessen noch gar nicht erörtert worden ist. Würde man darauf verzichten, bei der Klassifikation der Erzgänge genetische Gesichtspunkte in den Vordergrund zu stellen, dann könnte man diejenigen der hier als hydatogene bezeichneten Gruppe ganz allgemein auch als „normale" zusammenfassen. Bergeat.

[2]) ὕδωρ das Wasser, γίγνεσθαι entstehen.



Die Zahl der auf den hydatogenen Gängen auftretenden primären und sekundären **Erze** ist so groß, daß ihre Aufzählung einer solchen fast aller in der Natur vorkommenden gediegenen Metalle, der Halbmetalle und fast aller Sulfide und Oxyde derselben gleichkäme. Dazu ist noch eine große Anzahl von Salzen der Schwermetalle bekannt. Als hauptsächlichste Erze kommen in Betracht:

die gediegenen Schwer- und Halbmetalle: Gold (Platin (?), Palladium), Silber, Quecksilber, Kupfer, Wismut, Antimon, Arsen;

die Sulfide, die Arsenide und Sulfosalze, sowie Telluride und Selenide von Gold, Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Zink, Cadmium, Eisen (Mangan), Kobalt, Nickel, Zinn, Wismut, Antimon und Arsen; fast sämtliche in diese Gruppe gehörigen bekannten Mineralien kommen hauptsächlich auf epigenetischen Lagerstätten vor;

die Oxyde, Oxydule und Hydroxyde von Kupfer, Blei, Cadmium, Aluminium, Eisen, Mangan, Zinn, Wismut, Antimon und Arsen;

verschiedene Sauerstoffsalze, wie besonders Karbonate, Sulfate, Chromate, Wolframate, Phosphate, Arseniate, Antimoniate, Uranate, Vanadate und gewisse Silikate;

endlich von Halogenverbindungen Chloride, Bromide, Jodide.

Als **Gangarten** sind, etwa nach ihrer Häufigkeit geordnet, folgende am weitesten verbreitet:

die Kieselsäure als Quarz, Amethyst, Rauchquarz, Hornstein, Chalcedon, Achat usw.; der Opal; die Karbonate: Kalkspat, Dolomit, Eisen- und Manganspat und ihre isomorphen Mischungen (die Gruppe der Karbonspäte), sowie Aragonit, Strontianit, Witherit und deren isomorphe Zwischenglieder; die Sulfate: Schwerspat, Cölestin, Anhydrit und Gips; von Fluoriden der Flußspat; von Phosphaten der Apatit.

Bezeichnend für die meisten epigenetischen Lagerstätten und insbesondere diejenigen, deren Entstehung nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Erstarrung von Tiefengestein steht und gewissermaßen nur eine Phase der letzteren darstellt (wie der unter Pneumatolyse gebildeten Zinnerz-, Kupfererz- und Titangänge, der injizierten und der metasomatischen Kontaktlagerstätten), ist das Fehlen der sonst verbreitetsten Silikate. Hand in Hand damit geht die fast vollständige Abwesenheit der Tonerde und der Alkalien in diesen Gangfüllungen. Die auf den hier in Rede stehenden Erzgängen einbrechenden Silikate sind fast ausnahmslos wasserhaltig und solche, welche infolge hydrochemischer Prozesse aus allerlei Gesteinen hervorgehen können, wie Chlorite, Kaolin, Nakrit, Pyrophyllit, Steinmark, Epidot; als Umwandlungsprodukte ihres Nebengesteines sind jedenfalls auch die wasserhaltigen Nickelmagnesiasilikate Garnierit, Numeait, Genthit usw. aufzufassen. Andere Silikate von Metallen wie Kieselzinkerz, Willemit, Kieselkupfer und Kieselwismut entstehen als sekundäre Gebilde durch Verwitterung der primären Gangmasse. Weiterhin ist eine mannigfaltige Zahl von Zeolithen auf verschiedenen Erzgängen verbreitet und spielt mitunter geradezu die Rolle von Gangarten. Sie sind manchmal offenbar aus dem Stoffvorrat des Nebengesteines hervorgegangen, wie die Zeolithe

auf den Kupfererzlagerstätten am Lake Superior und von Monte Catini in Toskana, welche beide an basische Gesteine gebunden sind; auf den unter sich sehr gleichartigen Silbererzgängen von Andreasberg und Kongsberg sind sie aber wohl aus der gangfüllenden Lösung selbst auskristallisiert.

Von sonstigen Silikaten wird Feldspat verschiedentlich als Mineral der normalen Erzgänge genannt, so Albit mit Bleiglanz, Zinkblende, Quarz und Flußspat aus dem Sarntal in Tirol;[1]) er kommt ferner auf den Gängen von Kongsberg und auf Golderzgängen der Minas Geraes vor und ist seit langem als „Zygadit" von Andreasberg bekannt. Der Orthoklas in Begleitung von Pyrit und Wolframit ist auf Klüften eines sehr zersetzten „Trachyts" auf dem Tagebau Levesbánya bei Felsöbánya in Ungarn aufgetreten,[2]) desgleichen wird er erwähnt von den Erzgängen von Schemnitz,[3]) Kongsberg,[4]) von Golderzgängen in Idaho und Kalifornien und von den Silbererzgruben zu Guanajuato. Turmalin ist nicht nur auf verschiedenen Goldquarzgängen, sondern auch auf den Kupferkiesspateisensteingängen der Bindt in Ungarn bekannt.

Von der Pyroxengruppe ist der Rhodonit auf manchen Erzgängen bekannt, so zu Kremnitz und Kapnik in Ungarn, zu Nagyág und Verespatak in Siebenbürgen, zu Anaconda bei Butte in Montana. Asbest (Bergleder und Bergkork) wird mehrfach von Erzgängen erwähnt und kommt sogar in Höhlenfüllungen im Kalkstein vor (Bleiberg in Kärnten). Helvin findet sich u. a. zu Kapnik.

Faßt man die nicht zu den pneumatolytischen Gebilden und zu den Kontaktlagerstätten gehörigen Erzgänge, Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten allein ins Auge, so fehlen auf ihnen der Granat, der Vesuvian, der Olivin, der Cordierit, Andalusit, Disthen und zahlreiche andere Silikate vollständig. Wo etwa Granat, Vesuvian oder Feldspäte auf den Erzgängen vorkommen, wird stets zu prüfen sein, ob dieselben wirklich demselben Vorgang wie die Erze ihre Bildung verdanken und nicht schon früher unabhängig davon entstanden waren.

Gewisse Mineralien haben auf den normalen Erzgängen eine gegenüber ihrem sonstigen Vorkommen nur geringe Verbreitung, so der Magnetkies und der Kobaltglanz. Der Magnetit ist auf den hydatogenen Erzgängen als primäres Mineral scheinbar unbekannt; ebenso scheinen die übrigen Spinelle unter den Bedingungen der normalen Gangfüllung nicht bildungsfähig zu sein.

Die vorstehende Charakteristik des Mineralbestands bezog sich, wie ersichtlich, nur auf die erste der genannten drei Gruppen, welche weitaus die größte Anzahl der Erzgänge umfaßt. Eine solche für die beiden anderen soll später gelegentlich deren ausführlicher Schilderung gegeben werden.

Als recht untergeordnete Gangarten finden sich nur stellenweise Schwefel (wohl aus der Zersetzung von Sulfiden entstanden), Chlornatrium, Salpeter (?),

---

[1]) H. Höfer, Mineralogische Beobachtungen; Tscherm. Min. u. petrogr. Mitt., X, 1889, 159.

[2]) Krenner, ebenda, 1875, 9.

[3]) G. Bischof, N. Jahrb., 1850, 46. — Wiser, ebenda, 430.

[4]) Bischof, l. c., Münster, Kongsberg ertsdistrikt; Videnskabsselskabets skrifter, I. mat.-naturw. Klasse, 1894, No. 1, 60; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 93.

organische Salze und kohlige Substanzen (Anthracit, Graphit), sowie Kohlenwasserstoffe (Asphalt, Petroleum, Ozokerit).

Die Erze wie die Gangarten sollten so genau wie möglich untersucht werden; außer auf ihren kristallographischen Charakter und die chemische Zusammensetzung ist besondere Rücksicht auf die Altersfolge (s. u. 540) und vor allem auf die Einschlüsse der auftretenden Mineralien zu nehmen. Mittels des Mikroskops, dessen Verwendung hier freilich wegen der Undurchsichtigkeit der meisten Erze eine beschränktere sein wird als in anderen Gebieten der Geologie, lassen sich häufig überraschende Folgerungen auf die Herkunft und Entstehungsweise mancher Bestandteile ziehen. Es werden sich in manchen Fällen schon nach Anschleifen und Polieren der Gangstücke wichtige Schlüsse auf die Art der Beimengung gewisser untergeordneter Verbindungen tun lassen. Durch Behandlung der Erze mit Säure und durch mikroskopische Untersuchung des Rückstands hat sich manchmal die wahre Natur scheinbar homogener, in Wirklichkeit aber gemengter Gangmineralien enthüllen lassen (z. B. goldführender Pyrit und Arsenkies, zinnhaltige Blende, Pyrit und Bleiglanz). Auch über den Gang mancher Umwandlungen gibt das Mikroskop wichtigen Aufschluß.[1]) Viele Erze und Gangarten enthalten Einschlüsse von Flüssigkeiten; die Natur dieser aufzuklären, sollte gleichfalls nicht unversucht bleiben.[2])

Die Gangstrukturen.

Die Struktur der Spaltenfüllungen, d. h. das Gefüge derselben, ist bedingt durch die Herkunft und Entstehungsweise, die Größe, die Lage, Verteilung und Altersfolge der ausfüllenden Bestandteile.

Die Struktur der Gangfüllungen ist weit mannigfaltiger als bei den Gesteinen, da das Material der ersteren von ganz verschiedener Herkunft und Bildungsweise, bald zu gleicher, bald zu sehr verschiedener Zeit in der Spalte

[1]) Daintree, On certain modes of occurrence of gold in Australia; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXIV, 1878, 431—439. — Julien, On the variation of decomposition in the iron-pyrites; its cause and its relation to density, Parts I and II; Ann. of the New York Acad. of Sciences, III, 365—404; IV, 125—224; Ref. N. Jahrb., 1889, II, 254—255. — Fr. D. Adams, On the microscopical character of the ore of the Treadwell mine, Alasca; Amer. Geol., Aug. 1889, 88—93; Ref. N. Jahrb., 1890, I, 428. — Stelzner und Schertel, Über den Zinngehalt und die chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende von Freiberg; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. i. Sachs., 1886, 52—70. — Stelzner, Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XLIX, 1897, 86. — Bergeat, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätten von Campiglia Marittima, insbesondere des Zinnsteinvorkommens dortselbst; N. Jahrb., 1900, I, 143—156.

[2]) Sorby, On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks; Quart. Journ. Geol. Soc., XIV, 1858, 453—500, und spätere Arbeiten desselben Autors. — Schertel, Über einen Flüssigkeitseinschluß in spanischer Zinkblende; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVII, 1878, 49. — Courtis, Gold quartz; Transact. Am. Inst. of Min. Eng., XVIII, 1890, 639—644. — Lindgren, The gold quartz veins of Nevada City and Grass Valley District, Calif.; XVII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv. Part II, 1895—96, 13—262, bes. 130—131.



zum Absatz gelangt sein kann, und da oft mit der Füllung mehr oder weniger intensive Bewegungen, Zersetzungen, Umwandlungen und Neubildungen Hand in Hand gingen. Die systematische Gliederung hätte hier ein weites Feld. Unter Hinweis auf das von der Mineralogie und Petrographie her Bekannte[1]) sei nur einiges für die Spaltenfüllungen besonders Wichtige besprochen. Die Strukturelemente können sein:

a) Nach ihrer Entstehungsweise:

1. klastisch (mechanisch zerstückelt, z. B. Fragmente des Nebengesteines oder einer älteren Gangausfüllung);
2. dialytisch (chemisch zersetzt: Ganggesteine und ähnliche Ausfüllungsmassen);
3. direkte chemische Ausscheidungen aus Lösungen. Dahin gehören die Erz- und Gangarten, welche vom naturwissenschaftlichen Standpunkte aus gleiches Studium verdienen.

b) Nach der Form und Individualisierung:

1. amorph (stets porodin, nie hyalin, ohne mikroskopische Glaseinschlüsse), oder
2. kristallin. Die Individuen können mikroskopisch oder makroskopisch sein, und, da in den Hohlräumen die Gelegenheit zu freier Fortentwickelung geboten war, oft bedeutende Größen erreichen. Die Erzgänge werden alsdann zu wahren Schatzkammern der Mineralogen und Kristallographen. Während man in den Gangmassen manche Vorkommnisse von Gold, Kiesen, Quarz und Zinnerz nur mikroskopisch nachzuweisen vermag, bilden sich dort auch riesige Kristalle von Kalkspat (Andreasberg), Antimonit (Japan), von Quarz oder Pyrit. Dabei sind allgemein die Individuen nur selten ringsum ausgebildet, weit häufiger aufgewachsen und dann oft aus verschieden gefärbten Zonen aufgebaut (Kalkspat, Flußspat, Quarz, Baryt, Zinkblende, Zinnerz, Rotgiltigerz). Als besondere Wachstumsformen kommen zähnige, drahtförmige, gestrickte, feder-, baum-, blattförmige und röhrenartige Gebilde vor (Gold, Silber, Glaserz, Bleiglanz, Speiskobalt, Chloanthit usw.). Auf schmalen Klüften entwickeln sich homogene Aggregate und Individuen zu Dendriten, Platten und Blechen.

Die Aggregate gleichartiger oder ungleichartiger Individuen sind entweder körnig, feinkörnig (feinspeisig) oder dicht, blätterig, schuppig, faserig, stängelig oder striemig.

Als Aggregate höherer Ordnung bezeichnet man kugelige, oolithische, schalige und krustenförmige Gebilde, traubige, röhrenförmige und stalaktitische Massen. Dieselben haben häufig radiale Anordnung der Individuen. Hierher gehört auch die Glaskopfstruktur, wobei die Aggregate in keilförmige Stücke mit glatten spiegelnden Absonderungsflächen zerfallen können.

c) Nach ihrem Zusammenhalt sind die Aggregate fest, locker oder zerreiblich.

[1]) Siehe vor allem Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie, XIV. Aufl., 1901, 166—174.



d) Nach der Kontinuität der Raumerfüllung sind sie kompakt (dicht, derb), porös, cavernös, zerfressen, zellig, drusig. Sowohl die Art des Zusammenhalts wie der Raumerfüllung kann eine primäre oder sekundäre, d. h. durch Zersetzungen, Verwitterung und Auslaugung entstanden sein.

Die Struktur der Spaltenfüllung in ihrer Gesamtheit. Nicht selten haben die Gangfüllungen innerhalb eines größeren Gangabschnittes oder sogar eines Gangsystems ein bestimmtes Gesamtgepräge, welches durch die besondere Weise verursacht wird, in welcher die gangerfüllenden Individuen, sei es eines einzigen Minerales oder eines Gemenges von verschiedenen Mineralien, miteinander verbunden sind. Von diesem Gesichtspunkt aus kann die Struktur der Spaltenfüllung sein:

a) Derb. Die ganze Gangmasse oder wenigstens größere Teile derselben bestehen nur aus einem Mineral oder wenigstens aus einer für das unbewaffnete Auge gleichförmigen Masse. Bei genauerer Untersuchung erweist sich das „derbe Erz" des Bergmanns allerdings häufig als ein Gemenge von Erz und Gangart.

b) Die Spaltenfüllung besteht noch häufiger aus verwachsenen Massen[1]) heterogener, schon mit freiem Auge unterscheidbarer Mineralien. Die Struktur ist dann massig, wenn die einzelnen Erz- bezw. Erz- und Gangarten in sehr ungleicher Größe, Gestalt und häufig auch sehr ungleicher Verteilung miteinander verwachsen sind. Die massige Struktur der Spaltenfüllungen ist am ehesten mit derjenigen eines Pegmatits zu vergleichen. So machen die Gänge der kiesigen Bleiformation in Freiberg den Eindruck, als hätten sich die verschiedenen kristallisierten Elemente gleichzeitig aus einer konzentrierten Lösung abgeschieden und sich gegenseitig in ihrer Formenentwickelung behindert. Wie aber v. Groddeck[2]) mit Recht bemerkt hat, kann auf Gangdurchschnitten die Struktur auch dadurch das Ansehen einer massigen gewinnen, daß inmitten einer homogenen Gangfüllung verbleibende Hohlräume erst nachträglich durch andere Mineralien ausgefüllt wurden („geschlossene Drusen"). Überhaupt werden Durchschnitte durch nachträglich ausgefüllte Drusenräume, wiewohl deren Wände mit wohlausgebildeten Kristallen bedeckt waren, gern eine massige Struktur vortäuschen. Auch die Struktur des Schriftgranits (die Implikationsstruktur nach Zirkel) kehrt in Gangfüllungen wieder, wenn in einem Gemenge einheitlich kristallisierte Individuen in mehr oder weniger regelloser Weise von anderen Mineralien durchwachsen werden („schillernder Bleiglanz").

Entsprechend der porphyrischen Struktur der Gesteine sagt man auch von Elementen der Gangfüllung, dieselben seien eingewachsen, wenn sie in ringsum ausgebildetem Zustand in eine massige oder derbe Gangmasse eingebettet sind. In solcher Weise verhält sich der Eisenkies nicht nur auf Lagern, sondern auch auf Gängen ziemlich häufig gegenüber dem Kupferkies; Berthieritnadeln finden sich als Einsprenglinge im Quarz, Arsenkies im aufgelösten Gneis usw. Sind rundliche Mineralaggregate innerhalb eines weichen, nachgiebigen Mediums durch

[1]) v. Groddeck, Erzlagerstätten, 61.

[2]) Ders., Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVIII, 1866, 746.



Konkretion entstanden (nach Art der Lößkindel, der Sphärosideritlinsen, der Phosphoritkugeln), so spricht man wohl von Knollen und Mugeln. So fanden sich Knollen, Klumpen und Blöcke von gediegenem Silber im lettigen Ausschram und im aufgelösten Gneis des Bär-Flachen, des Teich-Flachen und Kalb-Stehenden auf Himmelsfürst bei Freiberg. Knollen von dunkelviolettem Flußspat („nodules of blue John“), welche vielfach zu Ornamenten verarbeitet werden, sind nach Hunt[1]) häufig in einem Gemenge von Ton, gelbem Flußspat und Baryt auf den Gruben von Derbyshire. Solche Mugeln dürfen nicht mit mechanisch gerundeten Fragmenten verwechselt werden.

Von besonderem Interesse ist die lagen- oder krustenförmige Gangstruktur. Die einzelnen Mineralien haben sich als mehr oder weniger homogene Krusten an einer oder beiden Spaltenwänden angesiedelt, so daß der Gangquerschnitt eine zu den Salbändern parallele Bänderung zeigt (Fig. 141—143).

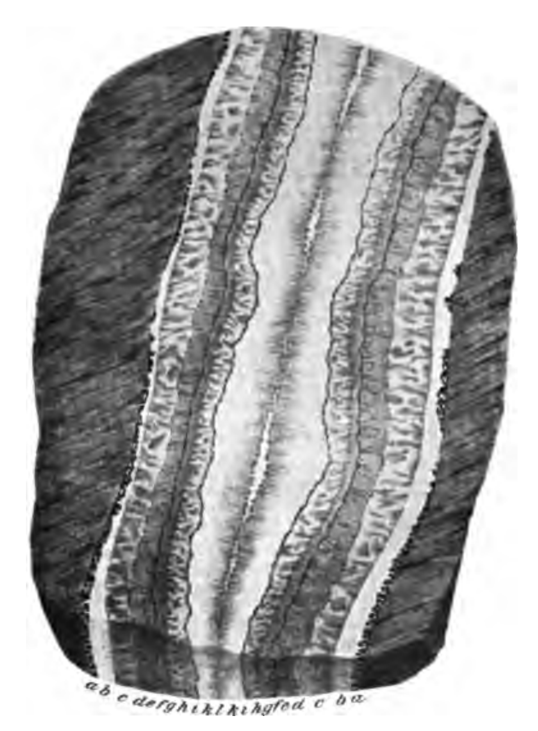


Fig. 141. Gangstufe der barytischen Bleiformation vom Prinzen-Spat der Grube Churprinz bei Freiberg. *a* Braune Blende, *b* weißer Quarz, *c* spargelgrüner Flußspat, *d* zarter Saum von brauner Blende, *e* schmutzig-fleischroter, krummschaliger Schwerspat, *f* schmaler Saum von Strahlkies, *g* Schwerspat = *e*, *h* Flußspat = *c*, *i* Strahlkies = *f*, *k* weißer Kalkspat, *l* licht-weingelber Kalkspat, in der Mitte kleine Drusen bildend. (v. Weißenbach, 1836.)

Bei der symmetrisch-lagenförmigen Struktur folgen sich von jedem Salband her gegen die Gangmitte zu gleiche oder sehr ähnliche Lagen. Diese Struktur ist nur bei Hohlraumfüllungen möglich. Sie wird häufig dadurch undeutlich, daß die beiderseits sich entsprechenden Lagen im Querschnitte eine sehr verschiedene Dicke aufweisen können. Die Symmetrie kann eine einfache oder wiederholte sein. Die symmetrische Lagerstruktur setzt voraus, daß die Minerallösungen die ganze Spalte erfüllt haben.

Für die unsymmetrische Lagenstruktur sind verschiedene Ursachen denkbar. Zunächst könnte wegen verschiedenen physikalischen oder auch chemischen Verhaltens der Gangsalbänder gegenüber den erzabsetzenden Lösungen auch der Erzabsatz auf den Salbändern in verschiedener Weise vor sich gegangen sein. Oder es hätte zwar im großen ganzen derselbe Mineralabsatz zu

[1]) British Mining, II. Edit., 480.

gleicher Zeit in dem Gangraum stattgefunden, aber nicht gleichmäßig beide Gangwände bedeckt, sondern auf denselben stellenweise über größere oder geringere Flächen ausgesetzt, so daß der Querbruch eine unsymmetrische Lagenfolge zeigen muß. Bei sehr mächtigen Gangräumen könnte wohl mitunter auch der Fall eingetreten sein, daß sich auf beiden Salbändern verschiedene Absätze zu gleicher Zeit bildeten, indem in ihnen die Minerallösungen an verschiedenen Stellen zeitweise — vielleicht infolge von Strömungen und Schlierenbildungen — verschiedene Zusammensetzungen hatten. Dieser Umstand konnte eintreten, wenn zur Zeit der Gangausfüllung von dem einen Salband her eine energischere Diffusion zwischen Grundwasser und Minerallösung stattfand, als von dem andern, was nicht ausgeschlossen ist bei Gängen mit stark zerrüttetem Hangenden. Denkbar wäre auch der Fall, daß überhaupt nur eine einseitige Berieselung der Wände mit erzbringenden Lösungen stattfand. Das gilt vor allem bei Höhlenfüllungen.

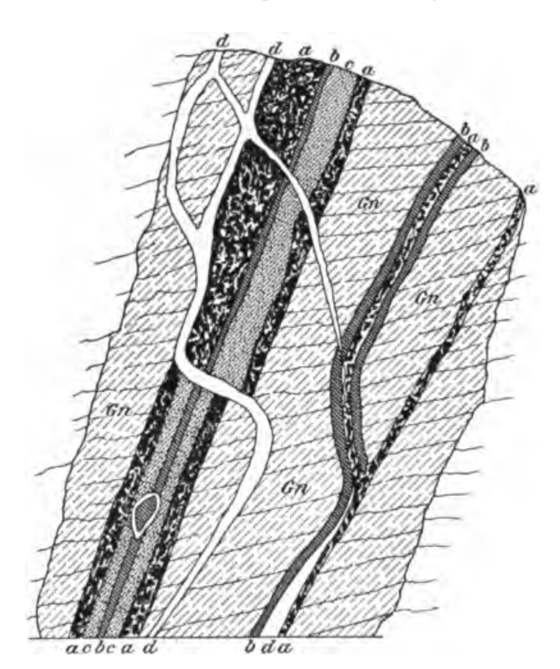


Fig. 142. Der Lade des Bundes Flache bei Himmelsfürst-Fundgrube. (Profil 1 : 30.) *Gn* Körnig-flaseriger, grauer Biotitgneis (Brander Gneis), *abc* kiesige Bleiformation: *a* grobblätterige, silberarme, schwarze Zinkblende, *b* mittelkörniger Bleiglanz von mittlerem Silbergehalt, mit *a* innig verwachsen, *c* derber Schwefelkies, *dd* Braunspatformation (vorwaltender Braunspat, wenig Quarz, Kalkspat, eingesprengter Bleiglanz, „verglaste" Blende, Schwefelkies, Anflüge von dunklem Rotgültig und Silberglanz). (H. Müller nach Böttcher, 1901.)

Als ein ausgezeichnetes Beispiel unsymmetrischer Lagenstruktur gelten die „Banderze" von der Grube Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal. „Es sind das eigentlich nur mächtige Kalkspatmassen, in denen sich in unendlicher Wiederholung unregelmäßige, meistens sehr schmale, unter sich annähernd parallele und gewöhnlich nur wenige Linien oder Zolle voneinander abstehende Schnüre von Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies und Quarz finden." (v. Groddeck.) Nicht zu verwechseln ist die primäre unsymmetrische Struktur mit derjenigen, welche, ähnlich den Doppelgängen, durch wiederholte Aufreißung und Ausfüllung von Spalten entstanden ist.

Eine horizontale Schichtung der primären Gangfüllung ist nicht möglich.

Die Struktur heißt breccienförmig, wenn Fragmente des Nebengesteines oder von älterer Gangmasse durch jüngere Absätze verkittet sind. Sind die Fragmente sehr zahlreich, dann spricht man wohl von „Brockengesteinen".

Fragmente des Nebengesteines sind in den Gängen sehr häufig. So berichtet schon J. Ch. L. Schmidt,[1]) daß der bleierzführende Gang zu Mittelacher bei Eckenhagen in der Rheinprovinz mehrfach auf mehrere Lachter hin mit regellos durcheinander liegenden Grauwackestücken ausgefüllt sei, die oft nur durch einen ganz dünnen kristallinen Quarzüberzug verkittet sind. Man konnte nicht selten lachterweit zwischen diesen Stücken in den größtenteils offen stehenden Gangraum hineinsehen. Dabei werden dünne und lange Splitter des Gesteines von einzelnen Barytkristallen gestützt und getragen. Die zierlichsten Kristalle von Bleiglanz haben sich beiderseits auf solchen Scherben von Grauwacke ausgebildet.

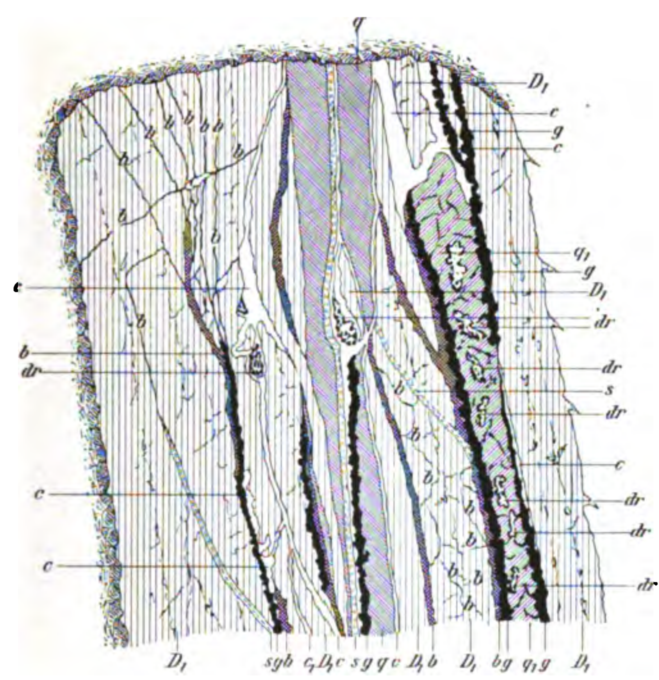


Fig. 143. Profil durch den Adalbertihauptgang zu Přibram. 1:30. D_1 Zersetzter Diabas, *b* Zinkblende, c_1 Kalkspat, *c* Kalkspat mit Nebengesteinsstücken, *dr* Drusen, *g* Bleiglanz, *q* dunkler Quarz, q_1 lichter Quarz, *s* Eisenspat. (Grögler, 1887.)[2])

Breccien, deren Fragmente aus älterer Gangmasse bestehen, sind z. B. auf den Freiberger, Clausthaler und Přibramer Gängen nicht selten (Fig. 144). Die Entstehung solcher Breccien ist auf verschiedene Weise denkbar. Es mag dahingestellt bleiben, ob bei dem Absatz kristalliner Massen in Rissen infolge einer energischen Stoffzufuhr während der Kristallisation diese letzteren erweitert werden können, bis schließlich eine durch Mineralabsätze gekittete Breccie entsteht.[3]) Häufig ereignet es sich wohl, daß bei zunehmender Größe der die Spaltenwände überkleidenden Absätze auch eine zunehmende Zersetzung und Auflockerung ihrer Unterlage statthat, so daß die Krusten und Kristalle abbrechen.

So fanden sich auf dem Drei Brüder Morgengang auf Gesegnete Bergmanns Hoffnung zu Voigtsberg in einem weiten Drusenraum größere lose und zerbrochene Quarzkristalle. Auf der Grube Friedrichssegen bei Ems hat man nach

[1]) Beiträge zur Lehre von den Gängen, 1827, 15—16.

[2]) Aus v. Friese, Bilder von den Lagerstätten des Silber- und Bleibergbaues zu Přibram, 1887.

[3]) Reyer, Theor. Geologie, 424—428.

einer Mitteilung Seligmanns[1]) im Jahre 1867 eine 10 m lange und hohe und etwa 2 m breite Druse angeschossen, deren Wände rings etwa 0,3 m stark mit Stalaktiten und Kristallgruppen von Braunbleierz besetzt waren. Der Boden der Druse war $^1/_2$ m hoch bedeckt mit abgebrochenen Stücken. Auf dem Argyrodit-Spat von Himmelsfürst fanden sich in Spaltenengen lose Fragmente von Argyrodit, die wohl herabgefallen waren, weil der Schwefelkies, an welchen sie sich angesetzt hatten, verwittert war. Solche Fragmente älterer Gangfüllung können späterhin noch abgerundet worden sein und dann ebenso, wie das bereits von Nebengesteinsfragmenten gesagt wurde (s. S. 497), Gangkonglomerate bilden.



Fig. 144. Eine Gangstufe vom Adalbertihauptgang zu Přibram. (1:5.) Nach rechts ist die Stufe vom Salband, nach links vom Nebengestein begrenzt. Beiderseits waren die Gangwände lagenförmig hauptsächlich von Siderit und dunkelbrauner Zinkblende bedeckt. Auf dem linken Salband ist der Erzbelag samt kleinen anhaftenden Nebengesteinsfragmenten abgelöst und in den jungen, gelblichweißen Kalkspat eingebettet, der die Spalte ganz erfüllt. (Clausthaler Sammlung.)

Im östlichen Grubenfeld von Himmelsfürst kamen z. B. auf dem 0,5—2 m mächtigen Daniel-Flachen zahlreiche „Kugelgesteine“ mit Kugeln bis zu 20 cm Durchmesser vor, die aus Fragmenten von Quarz mit Schwefelkies, Zinkblende und Bleiglanz bestanden und abgerundete Ecken und dazu Friktionsstreifen zeigten, während im Hangenden zuweilen noch Erz im unzerrütteten Zustand zu beobachten war. Auch auf dem Eduard-Spat fanden sich über der 9. Gezeugstrecke westlich vom Kalb-Stehenden Braunspat-, Schwerspat- und Schwefelkies-Geschiebe in sandähnlichen Zerreibungsprodukten.[2])

Die Verbindung der Lagen- und Breccienstruktur ergibt die Sphärengesteine, Ringelerze und die Kokardenstruktur. Die Bruchstücke sind dann von konzentrischen oder auch radialstrahligen Lagen umgeben, in denen sich dieselbe Ausscheidungsfolge wiederholt, welche anderweitig in dem breccienfreien Gang auftritt und hinter deren Dicke die Gesteins-

[1]) Beschreibung der auf der Grube Friedrichssegen vorkommenden Mineralien; Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf., XXXIII, 1876, 258—264.

[2]) Neubert, Ganggeologische Verhältnisse bei Himmelsfürst Fundgr.; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. i. Sachs., 1890, 126—127. — Ders., Über Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube; ebenda, 1881, 63.

fragmente mitunter fast verschwinden können. Soweit die Breccien in Frage kommen, ist die Entstehung der Ringelerze dieselbe wie die aller brecciöser Gangfüllungen. Im Querschnitt scheint es allerdings oft, als ob sich die einzelnen Fragmente nicht berührten, sondern gewissermaßen in der Gangmasse schwämmen; in Wirklichkeit aber stützen sie sich und sind häufig ineinander gekeilt oder zwischen die Gangwände geklemmt. Durch spätere Infiltrationen sind die Bruchstücke mit Minerallagen konzentrisch umhüllt worden.

Solche Ringelerze wurden bei Freiberg vom Helmrichspat auf Gesegnete Bergmannshoffnung bei Obergruna und vom Clementinespat auf Alte Hoffnung zu Schönborn bekannt; auf manchen Clausthaler und Zellerfelder Gängen waren sie besonders früher ziemlich häufige Erscheinungen und kamen vor allem auf der Grube Ring und Silberschnur bei Zellerfeld in prächtiger Ausbildung vor (Fig. 145).



Fig. 145. Ringelerz von der Grube Ring und Silberschnur bei Zellerfeld i. Harz. 1/2 natürl. Gr. Bruchstücke von Grauwacke. Tonschiefer und älterer Gangfüllung liegen in Quarz und werden von einem feinkörnigen Gemenge von Bleiglanz und Quarz umrindet.

Gut entwickelt sind sie z. B. auch auf den Gängen der kiesigen Bleiformation von der Grube Lüderich bei Bensberg im Rheinland. Recht merkwürdige Sphärenerze hat Brunlechner aus den metasomatischen Bleiglanzlagerstätten von Mieß in Kärnten beschrieben.[1]) Besonders zu erwähnen sind endlich noch eigenartige konzentrisch-schalige und radialstrahlige Kugeln von Bleiglanz, welche in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts auf der Grube Bergwerkswohlfahrt bei Clausthal vorkamen; wenigstens teilweise umschließen sie im Innern Nebengesteinsbrocken und halten bis zu mehrere Zentimeter Durchmesser.

Zu den besonderen Erscheinungen, welche mit der Spaltenfüllung überhaupt und mit der Lagen- und Breccienstruktur im besonderen verknüpft sind, gehören auch die Drusen, d. s. die noch nicht erfüllten Teile des Spaltenraumes. In sehr wechselnder Größe und Zahl befinden sie sich bei lagenförmiger Struktur gern

[1]) Die Sphärenerze von Mieß in Kärnten; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXXVIII, 1888, 310—320; Ref. N. Jahrb., 1890, I, 216—217.

in der Gangmitte, bei Breccienstruktur zwischen den Fragmenten. Sie sind ausgekleidet mit Kristallen und eine für Erzgänge sehr charakteristische Erscheinung. Man unterscheidet offene und geschlossene Drusen; die letzteren entstehen dadurch, daß die anfangs offene Druse durch irgend ein Mineral oder Mineralgemenge erfüllt wird, welches dann die anfangs freistehenden Kristalle der Druse umgibt. Auf dem Querbruche scheinen dann die letzteren in die neue Ausfüllung eingewachsen und die Struktur eine massige zu sein. Mit primären Drusen dürfen solche Hohlräume nicht verwechselt werden, welche durch Zersetzung und Auslaugung von Gangbestandteilen entstanden sind; die Gangmasse ist dann zerfressen, die Struktur eine kavernöse oder zellige. So sind häufig zwischen Quarz die Kiese und besonders die Karbonate ausgelaugt; die Schneeberger „Kastendrusen“ sind vielleicht durch Auslaugung von Schwerspat (?) entstanden, zwischen dessen Tafeln sich Quarz angesiedelt hatte. Die Drusen und Kavernen sind die Hauptfundorte schön kristallisierter Mineralien. Die ersteren enthalten zumeist primäre, die letzteren meistens sekundäre Gebilde. Durch Wegführung eines löslichen Gemengteils werden aber nicht selten auch darunter- und darinliegende Kristalle frei. Die in den Hohlräumen auftretenden Kristalle zeigen häufig mancherlei Eigentümlichkeiten. Bald sehen sie aus wie angeschmolzen, besitzen eine „geflossene Oberfläche“ (so häufig der Bleiglanz), manchmal sind sie nur einseitig, und zwar an ihrer Ober- oder Unterseite überkrustet von Neubildungen, wie z. B. die Calcite von Andreasberg mit Realgar.[1]) Auch zerbrochene und wieder verheilte Kristalle sind in Gangdrusen nicht selten.[2])

Auf Gangdrusen und besonders häufig auf Höhlenfüllungen finden sich Stalagmiten und Stalaktiten. Die mehr oder weniger zapfenförmigen Gebilde sind hohl oder massiv und werden außer von Kalkspat von verschiedenen Mineralien gebildet. Stalaktiten von Schwefelkies fanden sich zu Oláhláposbánya,[3]) stalaktitische Kiesmassen kommen ferner als junge Bildung auf dem Kupferkiesgang von Boccheggiano in Toskana vor. In der Gegend von Beuthen[4]) kennt man bis 3 cm lange Stalaktiten von Schwefelkies, Zinkblende und Bleiglanz. Galmeistalaktiten kommen vor zu Wiesloch (Baden), Brilon in Westfalen, Raibl in Kärnten, solche von Wurtzit zu Joplin (Missouri). Bekannt sind die manchmal kolossalen Stalaktiten von Schalenblende von der Grube Schmalgraf bei Moresnet in der Gegend von Aachen. Auch Tropfsteingebilde von Bleiglanz finden sich, so in den Höhlenfüllungen des oberen Mississippi-Gebiets und vor allem zu Raibl. Daß sekundär gebildete Erze und besonders leichtlösliche Salze Stalaktiten erzeugen können, ist leicht verständlich, wenn man sich erinnert, daß dieselben unter Zutun von oben eindringender Wässer

[1]) Siehe auch A. Schmidt, Geologie des Münsterthales im badischen Schwarzwald, 1889, 42—43.

[2]) Beispiele siehe bei v. Cotta, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXII, 1863, 238.

[3]) v. Cotta, Über die Erzlagerstätten von Nagybánya, Felsöbánya und Kapnik in Ungarn, Roda und Olalaposbánya in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 83.

[4]) Wabner, Zur Entstehung der Erzlager (Erzlagen) im oberschlesischen Muschelkalk; Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 362—363.



entstehen: so Roteisen, Brauneisen, Braunstein, Mimetesit, Pyromorphit, Zinkspat, Zinkblüte, Malachit, Zink-, Kupfer- und Eisenvitriol usw. Da der erste Anfang der Tropfsteine stets eine Röhre ist, so ist es verständlich, daß auch Erzstalaktiten mitunter im Innern hohl sind. Solche „Röhrenerze", welche aus Bleiglanz, Kies, Blende und Kalkspat in schichtenweisem Wechsel bestehen, hat Pošepný[1]) ausführlich von Raibl beschrieben, andere Röhrenerze aus Bleiglanz erwähnt Zerenner[2]) von Carahuágua (Distrikt Yauli in Peru), solche von Mimetesit von der Grube Algezami in Südspanien; solche von Pyromorphit sind bekannt vom Friedrichsegen bei Ems; schöne Tropfsteine von Zinkspat samt Zinkblüte mit ausgezeichneter konzentrisch-schaliger Struktur und einige Dezimeter lang kommen im nördlichen Spanien (z. B. zu Guipuzcoa) vor. Die Stalaktiten hängen zumeist senkrecht herab, können aber auch, wohl infolge eines Luftzuges, wie das häufig bei Eiszapfen beobachtet wird, krumm gebogen sein. Manchmal sind sie sogar nach aufwärts gerichtet, wie die Zapfen der Eisenblüte von Hüttenberg in Kärnten. Solche Wachstumserscheinungen sind sehr schwer zu erklären. Die Bildung der einseitig auf älteren Absätzen aufsitzenden Krusten sowie der Stalaktiten kann selbstverständlich erst begonnen haben, als die Gangspalte nicht mehr mit Lösung erfüllt und auf derselben eine freie Zirkulation des Wassers möglich war. Sie sind durch Verdunstung aus Lösungen entstanden, welche die Gangwände berieselten, während die lagenförmig abgesetzten Ausscheidungen aus Lösungen hervorgegangen sind, welche die Gangräume erfüllten.

Zum Schlusse sei endlich noch bemerkt, daß die verschiedenen Strukturen ineinander übergehen können, so die massige in die Lagenstruktur und beide in die Breccienstruktur; indessen ist gewöhnlich eine Struktur für dieselbe Lagerstätte oder wenigstens für ein und dieselbe ausgedehntere Region einer solchen gleichbleibend und charakteristisch.

Die Hohlraumsfüllungen sind häufig erst nachträglich von allerlei Rissen, Klüften und Spalten durchzogen worden, welche regellos und quer zum Streichen verlaufen und nicht selten durch jüngere Erze ausgefüllt sind; die letzteren bilden dann gern Anflüge, Platten, Bleche und sekundäre Trümer. In solcher Weise findet sich Silberglanz auf Himmelsfürst, Chlorsilber z. B. zu Caracoles und gediegen Silber, Rotgiltigerz u. a. m. in verschiedenen Vorkommnissen, Kupferglanz zu Butte in Montana. In wiederholt erweiterten Gängen kann die Füllung selbst wieder von Gängen und Klüften durchdrungen sein, wie das z. B. Clausthaler Gangstufen gut beobachten lassen.

Die Gesetze der Paragenesis[3]) der die Gänge erfüllenden Mineralien.

Außer der Substanz und dem Gefüge der Gangfüllungen ist deren Paragenesis, d. h. die Vergesellschaftung und Altersfolge der Erz- und Gangarten besonders wichtig. An der Zusammensetzung der Erzgänge beteiligen sich

[1]) Die Blei- und Galmei-Erzlagerstätten von Raibl in Kärnten; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXIII, 1873, 372—384.

[2]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVIII, 1869, 61.

[3]) παραγίγνεσθαι, nebeneinander entstehen.

häufig sehr heterogene Stoffe; die Vielartigkeit der Mineralien bildet einen der merkwürdigsten Züge dieser Lagerstätten. Der mineralogische Charakter der Ausfüllungsmassen ist von chemischen Gesetzen bestimmt, die nicht nur für einen und denselben Gang, sondern ganz allgemeine Giltigkeit haben und gestatten, die Erzgänge nach der Beschaffenheit ihrer Füllung in Gruppen einzuteilen. Diese Gesetze finden ihren Ausdruck

1. in der Vergesellschaftung (Assoziation), d. h. es sind gewisse Mineralkombinationen, welche sich auf ein und demselben Gange finden, und eben diese werden sozusagen von anderen Mineralien, ja sogar von gewissen chemischen Elementen gemieden.

So findet sich Gold mit Vorliebe in Gesellschaft des Antimonits, des Wismuts und Eisenkieses; Kobalt- und Nickelerze kommen fast immer gemeinschaftlich vor und sind sehr gern von Wismut begleitet; silberhaltiger Bleiglanz und Zinkblende, Zinnerz mit bor- und fluorhaltigen Mineralien sind treue Genossenschaften. Hingegen treten die Quecksilbererze, gediegen Quecksilber samt Zinnober, am liebsten allein oder nur in einer recht eintönigen Gesellschaft (Amalgam, Pyrit, Markasit, Antimonit) auf. Es wird sich später in dem Abschnitt über die „Erzformationen" noch Gelegenheit geben, näher auf die Vergesellschaftung der Metallverbindungen einzugehen.

2. Gesetzmäßigkeiten in der Altersfolge (Sukzession) sind sehr häufig zu erkennen. Entweder sind alle Gemengteile der Spaltenfüllung gleich alt und unter gleichen physikalischen Verhältnissen zur Entwickelung gelangt; so führt eine enge Durchwachsung von Bleiglanz und Zinkblende zur Erscheinung des sog. „schillernden Bleiglanzes". Weit häufiger aber haben die Gangmineralien ein verschiedenes Alter, und es läßt sich dann mitunter auf einem Gang oder vielen benachbarten Gängen eine gewisse feststehende Altersfolge erkennen. Ja für gewisse Arten von Mineralkombinationen scheint eine allgemeine Gesetzmäßigkeit der Reihenfolge zu existieren. So ist auf den sächsischen Zinnerzgängen der Quarz und der Glimmer älter als das Zinnerz, dieses älter als Wolframit und dieser älter als Topas, Apatit und Flußspat. Bricht auch Arsenkies ein, so fällt dessen Bildungszeit zwischen die des Zinnerzes und Wolframits.[1]) Ferner sind die edlen Silbererze stets jünger als die Schwefel-, Arsen- und Antimonverbindungen von Kupfer, Blei und Zink. Insbesondere ist gediegen Silber stets eine der allerjüngsten Bildungen, dabei häufig wieder umgewandelt in Silberglanz, Stephanit usw.

Innerhalb der Altersreihe tritt ein bestimmtes Mineral nur einmal oder mehrfach auf. So gliedert sich nach A. E. Reuß[2]) auf Gängen von Přibram die Ausfüllung in die Absätze von 27 Altersstufen, wobei sich Zinkblende, Blei-

[1]) Stelzner, Die Zinnerzlagerstätten von Geyer, Freiberg, 1865, 55—58.

[2]) Paragenese der auf den Erzgängen von Přibram einbrechenden Mineralien; Sitzber. k. k. Akad. d. Wiss., LVII, 1863, 13—76; Ref. N. Jahrb., 1865, — 91 —. — A. Hofmann (Kurze Übersicht der montangeologischen Verhältnisse des Přibramer Bergbaues, Führer f. d. Exkurs. IX. Int. Geol.-Kongr., Wien 1903, Nr. I) nennt sogar 28 Altersstufen.



glanz, Baryt und Dolomit je 2mal, Eisenkies und Quarz je 3mal, die Calcitabsätze sogar 5mal wiederholen.

3. Wenn dasselbe Mineral in verschiedener Gesellschaft auftritt oder wenn es auf demselben Gange zu verschiedener Zeit gebildet worden ist, so kann es nicht nur in jedem Falle besondere chemische, sondern je nach seiner Paragenesis auch gewisse kristallographische Eigentümlichkeiten aufweisen. So kennt man auf den Bleiglanzgängen von Přibram, Mies (Böhmen) und der Sierra Almagrera (Spanien) zweierlei dem Alter nach verschiedene Bleiglanzsorten; der ältere ist reicher an Silber als der jüngere. Die Beobachtung gerade solcher Verhältnisse kann selbstverständlich für den Bergmann von höchster Bedeutung werden.[1])

Der Quarz zeigt mit Vorliebe auf Gängen der Titan- und Zinnerzformation die Trapezoëderflächen, der Flußspat ist auf Zinnerzgängen flächenreicher als sonst, der Kalkspat kristallisiert in Freiberg besonders gern mit vorherrschendem R3, wenn er mit Kupferkies, mit $-{}^1/_2$ R, ∞ R, wenn er mit Eisenkies auftritt.[2]) Sogar hinsichtlich der Unterlage, auf welcher sie zur Kristallisation gelangen, sind die Mineralien wählerisch; auf Churprinz siedelte sich der jüngere Kalkspat lieber auf Schwerspat als auf Eisenkies an; auf Beschert Glück findet sich das Rotgiltigerz in Drusen von Bleiglanz und Weißgiltigerz fast nur auf letzterem.[3]) Häufig weisen die Beobachtungen allerdings darauf hin, daß das jüngere Mineral schon während der Gangfüllung auf Kosten des älteren entstanden sein kann.

Sekundäre Veränderungen des Mineralbestandes der Lagerstätten.

In der Mineralwelt gibt es keine starre Ruhe, sie bewegt sich überall und seit allen Zeiten in steter Veränderung, erleidet Zerstörungen, gefolgt von Neubildungen. Es ergeben sich dabei die Pseudomorphosen und Metamorphosen, durch die entweder einzelne Mineralindividuen unter Wahrung ihrer äußeren Form umgewandelt oder ganze Mineralaggregate und Gesteine in einen andern chemischen und physikalischen Zustand übergeführt wurden.

Über die Umwandlung, welche das Nebengestein durch den Prozeß der Spaltenausfüllung erlitten haben kann, soll weiter unten noch eingehender gehandelt werden. Hier seien nur die Veränderungen ins Auge gefaßt, welche die vollendeten Lagerstätten durch auf- und niedersteigende Lösungen erfahren. Dabei sei zunächst daran erinnert, daß sich gerade unter den Erzen eine Reihe solcher findet, durch deren leichte Zerstörung die zirkulierenden Wässer um weitere höchst intensive Angriffsmittel bereichert werden. Es müssen also die Erzlagerstätten die Heimat zahlreicher Neubildungen und Pseudomorphosen sein. Alle solchen Vorgänge sind nicht nur theoretisch interessant, weil sie einen tiefen Einblick in die Wandlungen und Wanderungen der Stoffe überhaupt gewähren, sondern auch der Praktiker muß mit ihnen vertraut sein; denn die nachträglichen Veränderungen der Gangfüllung können die Konzentrierung ihres Metallgehaltes

[1]) Grimm, Lagerstätten, 115.
[2]) Breithaupt, Paragenesis, 4.
[3]) Breithaupt, l. c.

bald günstig, bald ungünstig beeinflussen, und auch diese Erscheinungen sind nicht bar aller Gesetzmäßigkeit. Die richtige Beurteilung eines Ausstrichs kann aber auch sehr wichtige Fingerzeige für die Aussichten in der Teufe bieten.

Sofern die Umwandlungen durch hydrochemische Prozesse erzeugt sind, pflegt man sie mit Haidinger in anogene und katogene, d. i. von unten nach oben und von oben nach unten gerichtete zu unterscheiden. Das Agens der anogenen Umwandlungsprozesse sind von unten heraufdringende oder seitlich aus dem Nebengestein zuströmende Lösungen (oder Dämpfe) irgend welcher Art; die katogenen Veränderungen werden herbeigeführt durch Wasser, welches von oben her eindringt, beladen mit Luft, mit geringen Mengen der Erdoberfläche entnommener Säuren und mit Säuren und Salzen, welche es als erste Produkte seiner zerstörenden Tätigkeit mit sich führt.

1. Zu den anogenen Umwandlungen gehören zahlreiche Pseudomorphosen, welche unter Umständen den Mineralcharakter eines Ganges vollkommen verändert haben können. Dahin gehören zu Freiberg Umwandlungen von Calcit in Braunspat oder in Quarz, von Magnetkies in Pyrit; letztere kennt man auch von Kongsberg und von den Drehbacher Gängen bei Marienberg. Die Schneeberger Gänge zeigen als sehr verbreitete Erscheinung eine Verdrängung des Schwerspats, manchmal auch des Kalkspats durch jüngeren Quarz. Der Schwerspat ist an und für sich bezeichnend für die Kobaltvorkommnisse im sächsischen Erzgebirge; indessen hat man zu Schneeberg Längen von 1000—2000 Fuß aufgeschlossen, wo sich immer nur die „Kastendrusen“, d. h. die Pseudomorphosen von Quarz nach Schwerspat mit tafelförmigen Eindrücken eines weggeführten Minerales vorfanden. Es hätte also den Anschein, als ob dort Quarz die eigentliche Gangart der Kobalterze sei.[1]) Der Baryt der Schwarzwälder (Kinzigtaler) Blei-Kupfererzgänge[2]) ist großenteils oder ganz durch Quarz ersetzt. Bis zu einem Lachter mächtige Massen von ehedem schaligem und blätterigem Baryt bestehen jetzt aus krystallinischem, sandigem oder zuckerkörnigem Quarz. Hand in Hand mit dieser Umwandlung wurden silberhaltige Bleierze, Kupfererze, Flußspat und Karbonate angesiedelt. Ähnliches zeigt sich auf den Eisensteingängen des Eibenstocker Granitgebiets, die entweder in dem völlig verwitterten (aufgelösten) Granit oder längs der Grenze zwischen diesem und den Schiefern streichen. Ihre jetzige Gangfüllung besteht aus Eisenerzen mit meist etwas jüngeren Manganerzen, derbem Quarz und Hornstein; wie sich aus den Pseudomorphosen erkennen läßt, haben alle diese Mineralien nur eine ältere Füllung von Kalkspat, Schwerspat, Anhydrit (?) und Flußspat bezw. Eisenkies (?) verdrängt.[3]) Nach Leybold sind die Spateisensteingänge des Siegerlandes stellenweise verquarzt.[4]) Nach Pošepný[5]) findet

[1]) Breithaupt, Paragenesis, 219.

[2]) Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, I, 1882, 105, 112—115.

[3]) Oppe, Die Zinn- und Eisenerz-Gänge der Eibenstocker Granitpartie; Gangstudien, II, 1854, 172—180. — H. Müller, Pseudomorphosen von Erzgängen; ebenda 338—345.

[4]) Geognostische Beschreibung der Eisenerzgruben Wingertshardt usw. bei Wissen a. d. Sieg; Jahrb. preuss. geol. Landes-Anst. für 1882, 44—45.

[5]) Genesis of ore deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., 1894, XXIII, 283.



sich auf dem Comstock Lode derber Quarz ohne Lagenstruktur, hier und da mit reicher Erzkonzentration. Der Quarz soll eine pseudomorphe Bildung nach Kalkspat sein, der heute noch in dem südöstlichen Zweig des Comstock Lode vorhanden ist und, mit Quarz wechselnd, eine deutliche Bänderung zeigt.

2. Viel wichtiger sind die katogenen Umwandlungen. Dieselben erfolgen durch Einwirkung von Wasser, welches hauptsächlich den wirksamen Sauerstoff, ferner Kohlensäure, Stickstoffsauerstoffverbindungen und Humussäure gelöst enthält und auf den Klüften und Drusen der Gänge zur Tiefe sickert. Solches Wasser oxydiert und löst; die Oxydation kann durch galvanische Ströme, wie solche zwischen leitenden, galvanisch erregbaren Mineralien entstehen müssen, gefördert werden. Es bilden sich auf solche Weise in erster Reihe Sulfate, Karbonate, Hydroxyde und Oxyde; daneben weniger häufig Tellurate, Chromate, Molybdate, Wolframate, Phosphate, Arseniate, Vanadate und Silikate. Die Säuren dieser Salze können teilweise offenbar, ebenso wie neugebildete Gangarten, aus dem Nebengestein oder von der Oberfläche her eingewandert sein. Dort, wo sich die Tagewässer, wie z. B. in Wüsten, mit Halogensalzen beladen konnten, ist auch Gelegenheit zur Entstehung von Chlor-, Brom- und Jodverbindungen gegeben. Durch Reduktion werden auch gediegene Metalle entstehen.

Die Neubildungen siedeln sich entweder in der Nähe ihres Ursprungsortes an, oder sie können in Lösung gehen und mehr oder weniger weit wandern. In letzterem Falle sind die beiden Möglichkeiten denkbar, daß die Lösungen entweder nach oben (manchmal wohl durch Diffusion) austreten, oder im Gange gewissermaßen versickern, wobei sich ihr gelöster Inhalt durch Reaktionen wieder ausscheiden, stellenweise konzentrieren und mit vorhandenen Mineralien Umsetzungen und Anreicherungen bewirken kann. An dem zerfressenen Aussehen der Lagerstätte erkennt man, daß Auslaugungen stattgefunden haben; kristallisierte Neubildungen finden sich dann zuweilen in den Hohlräumen. Nach unten zu geht die veränderte Masse allmählich oder plötzlich in die unzersetzte mit primären Erzen über.

Die Tiefe, bis zu welcher sich die katogenen Umwandlungen erstrecken, ist eine sehr wechselnde. Manchmal streicht die Lagerstätte überhaupt fast ganz frisch aus, wie in Gegenden mit kräftiger Abrasion oder solchen, deren Oberfläche zur Eiszeit eine sehr intensive Abscheuerung erlitten hat (z. B. Skandinavien, Kanada); sehr häufig läßt sich die Zersetzungsregion jedoch bis zu 40—60 m, ja auch bis zu mehr als 100 m verfolgen. Die Spateisensteingänge des Reviers Daaden-Kirchen[1]) sind sogar bis zu 250 m Teufe oxydiert. Im allgemeinen erreicht die Umwandlungszone ihr unteres Ende mit dem Spiegel des Grundwassers, da dieses den Zutritt der oxydierenden Luft verhindert. Allerdings sei hier schon darauf hingewiesen, daß das Grundwasserniveau zu verschiedenen Zeiten ein verschiedenes gewesen sein kann. Letzteres mußte z. B. nach Curtis[2]) bei den Silber- und Bleilagerstätten von Eureka (Nevada)

[1]) Ribbentrop, Beschreibung des Bergreviers Daaden-Kirchen, 1882, 27—28.

[2]) Silver-lead deposits of Eureka, Nevada; Monographs of the U. St. Geol. Survey, VII, 1884, 51.

der Fall gewesen sein, da dort sekundäre Erze noch unter dem Grundwasserspiegel vorkommen; zu Butte (Montana) reicht die Zone der mehr oder weniger vollkommenen Gangverwitterung bis zu Teufen von 60—120 m, die der sekundären Kupfererze bis zu 450 m hinab. Nach Emmons[1]) und Weed wäre zweifellos, daß dort der Grundwasserspiegel früher viel tiefer gelegen haben muß als jetzt.

Die bei der katogenen Umwandlung sich abspielenden chemischen Reaktionen sind z. T. sicherlich sehr komplizierter Natur und brauchen jedenfalls in den einzelnen Fällen nicht immer denselben Verlauf zu nehmen, um dieselben Produkte zu liefern. Die künstliche Konstruktion von Formeln kann dieselben nicht erklären; vor allem stellt sich in den meisten Fällen die Unkenntnis der reagierenden Lösungen und Massen einer exakten Deutung der Vorgänge entgegen.

Weil die aus den Eisenerzen sich bildenden Salze ganz allgemein das Bestreben haben, in unlösliche stark färbende Eisenhydroxyde oder seltener in Eisenoxyd überzugehen, so ist die Entstehung dieser Verbindungen fast stets das wesentlichste und auffälligste Merkmal einer Verwitterung der Lagerstätte. Da ferner Eisenerze und eisenhaltige Verbindungen, wie z. B. Kupferkies, zumeist am reichlichsten an der Zusammensetzung dieser letzteren beteiligt sind, so nimmt auch besonders das Brauneisenerz den hervorragendsten Anteil an dem Aufbau zersetzter Lagerstättenausstriche, welche deshalb seit langer Zeit als „Eiserner Hut“, „iron hat“, „chapeau de fer“, „capello di ferro“, „sombrero de hierro“ (engl. auch „gossan“, ital. „brucione“) bezeichnet werden. Die nachstehenden Darlegungen gelten selbstverständlich nicht nur für die Gänge, sondern für alle Lagerstätten.

Der Eisenspat verändert sich schon auf der Halde sehr rasch zu Brauneisenerz, indem er Sauerstoff und Wasser aufnimmt und Kohlendioxyd abgibt;

$$4\,FeCO_3 + 3\,H_2O + 2\,O = Fe_4O_3(OH)_6 + 4\,CO_2.$$

Die Kohlensäure kann die Aktionsfähigkeit des auf Gängen zirkulierenden Wassers beträchtlich erhöhen und vor allem zur Auflösung mancher Karbonate und zur Neubildung anderer führen. Ist der Eisenspat manganhaltig, so entstehen durch Oxydation des Manganoxydulkarbonats Manganit, Braunit, Pyrolusit, Psilomelan und Wad. Auf solche Weise bildeten sich z. B. die Manganerze, welche die Spateisensteine des Siegerlandes begleiten.[2]) Der dortige Siderit enthält ungefähr 4—9 % Mangan. Ebenso bilden sich die schwarzen und braunen, oft mulmigen Manganoxyde aus mancherlei anderen Karbonaten.

Eine sehr wichtige Rolle für die Umwandlung der übrigen Erze spielt die Oxydation des Schwefelkieses und des im allgemeinen noch leichter verwitternden, aber selteneren Markasits. Bei der Oxydation dieser Bisulfide entsteht Eisenvitriol und freie Schwefelsäure:

$$FeS_2 + 7\,O + H_2O = FeSO_4 + H_2SO_4.$$

[1]) The secondary enrichment of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 188—189.

[2]) Wolf, Das Bergrevier Hamm a. d. Sieg, 1885, 29 ff.



Durch die Einwirkung der letzteren, durch die Wechselwirkung zwischen dem Eisenvitriol mit Erzen und Gangarten und endlich noch durch die Schwefelsäure, welche sich aus dem Eisenvitriol selbst allmählich abscheidet, werden zahlreiche weitere Reaktionen eingeleitet. Durch Sauerstoffaufnahme wird nämlich der Eisenvitriol zu basischen Eisenoxydsulfaten und durch Hydrolyse schließlich zu verschiedenartigen braunen oder roten Eisenoxydhydraten, während die Entstehung von reinem Eisenoxyd wohl häufiger behauptet wird, als es nach den äußeren Bedingungen sich bilden kann.[1])

Das Eisenoxydsulfat vermag seinerseits intensiv mit Sulfiden in Wechselwirkung zu treten; so wird Kupferglanz durch dessen Einwirkung in Kupfervitriol umgewandelt; Silber wird durch dasselbe aufgelöst.[2]) Auf der lösenden Wirkung der Ferrisalze beruht deren Verwendung bei der Zugutemachung und Aufschließung insbesondere der Kupfersulfide im Zementkupferprozeß, z. B.:

$$Cu_2S + 2\,Fe_2(SO_4)_3 = 2\,CuSO_4 + 4\,FeSO_4 + S.$$ [3])

Durch die infolge der Verwitterung des Eisenkieses und Markasits entstehende Schwefelsäure werden natürlich zunächst die anwesenden Karbonate aufgelöst, das Nebengestein zerstört und verhältnismäßig leicht lösliche Sulfate gebildet (z. B. Gips, Keramohalit, Haarsalz). Auf solche Weise vermag der Kalkspat gänzlich aus dem eisernen Hute zu verschwinden, während seine Kohlensäure bei mancherlei Neubildungen Verwendung findet. Zur Entstehung von Hydroxyden und Karbonaten genügt aber schon die bloße Einwirkung von Metalllösungen auf den kohlensauren Kalk, wie dies Meigen an Lösungen von Mangan-, Eisen-, Zink-, Kobalt-, Nickel-, Kupfer-, Blei- und Silberlösungen nachgewiesen hat.[4]) So ist es zu erklären, daß Zinkspat gerade in der Verwitterungszone metasomatischer, an Kalkstein gebundener Lagerstätten auftritt:

$$ZnSO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + ZnCO_3.$$

Aus dem Eisenvitriol wird, wie schon der Laboratoriumsversuch zeigt, an der Luft durch Hydrolyse basisches Ferrisulfat. Wasser vermag allmählich auf hydrolytischem Wege die ganze Schwefelsäure aus dem Salze zu entfernen, so daß schließlich Eisenoxydhydrate hinterbleiben. Geht dieser Abspaltungsprozeß sehr langsam vor sich, so bilden sich basische Ferrisulfate der mannigfaltigsten Zusammensetzung. Die Bedingungen zur Bildung solcher sind gegeben in regenarmen Gebieten, und solche Salze sind deshalb ganz besonders häufig

[1]) Ruff, Über das Eisenoxyd und seine Hydrate; Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch., XXXIV, 1901, III, 3417—3430, Lit.

[2]) Don (The genesis of certain auriferous lodes; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVII, 1897 (1898), 598, konnte durch das Experiment keine Bestätigung für die oft behauptete Löslichkeit des Goldes in $Fe_4(SO_4)_3$ und $FeCl_3$ erhalten. Dagegen löst freies Chlor Gold auf. Das erstere kann sich bilden durch Einwirkung von freier Schwefelsäure auf das weitverbreitete Chlornatrium, unter gleichzeitiger Anwesenheit von Mangansuperoxyden.

[3]) Siehe auch Vogt, Problems in the geology of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1901 (1902), 168.

[4]) Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes; Ber. d. naturf. Ges. z. Freiburg i. Br., XIII, 1902, 40—55.



auf den eisernen Hüten der Lagerstätten in der chilenischen Wüste Atacama. Nachstehend seien einige Eisenoxydsalze genannt:

Neutrale Ferrisalze.

Coquimbit, $Fe_2O_3 . 3 SO_3 . 9 H_2O$ (Copiapo).
Quenstedtit, $Fe_2O_3 . 3 SO_3 . 10 H_2O$ (Copiapo).
Roemerit, $Fe_2O_3 . 3 SO_3 . FeO . SO_3 . 12 H_2O$ (Copiapo).

Basische Ferrisalze.

Copiapit, $2 Fe_2O_3 . 5 SO_3 . 18 H_2O$ (Copiapo).
Paposit, $2 Fe_2O_3 . 3 SO_3 . 10 H_2O$ (El Paposo und Sierra Gorda).
Hohmannit (Amarantit), $Fe_2O_3 . 2 SO_3 . 7 H_2O$ (El Paposo und Sierra Gorda).
Stypticit, $Fe_2O_3 . 2 SO_3 . 10 H_2O$ (Copiapo).

Die richtige analytische Bestimmung aller solchen Sulfate ist mit Schwierigkeiten verbunden, da sie bei unvorsichtiger Packung während längeren Transports gewöhnlich schon Zersetzungen erlitten haben, bevor sie in die Hände des Chemikers gelangen.

Von besonderer bergmännischer Wichtigkeit ist die Umwandlung goldhaltigen Eisenkieses. Oberhalb des Grundwasserspiegels zeigen die Golderzgänge gewöhnlich zellig zerfressenen Quarz mit mehr oder weniger Eisenhydroxyden, in welchen Blättchen, Schuppen, Zähne usw. von Freigold sitzen, oder welche manchmal auch größere Goldkörner und Klumpen von Gold umschließen. Das Edelmetall war bis dahin chemisch oder mechanisch an den Pyrit gebunden, ist durch dessen Verwitterung frei geworden und hat sich nach meist kurzer Wanderung zu größeren Partien konzentriert. Über die Lösungsmittel des Goldes in diesem Falle ist nichts bekannt; sicher ist aber, daß Gold aus seinem Chlorid durch Eisenvitriol ausgefüllt werden muß. Vielleicht sind es auch Lösungen dieses letzteren, welche, aus den weitverbreiteten Eisensulfiden entstanden, zur Bildung allerjüngster Goldabsätze in Brauneisenstalaktiten, auf Holz usw. geführt haben. Davon soll später noch die Rede sein.

Der Verwitterung des Eisenbisulfids fällt die wichtigste Rolle in den chemischen Prozessen des eisernen Hutes zu.

Das primäre Kupfererz ist fast ausnahmslos der Kupferkies. Tiefgehende Verwitterung desselben könnte schon ohne die Anwesenheit des Eisenbisulfids zur Bildung eines eisernen Hutes führen. Durch die Verwitterung der primären Kupfersulfide entsteht der leichtlösliche und deshalb fast stets verschwindende Kupfervitriol. In niederschlagsarmen Gegenden, wie z. B. im nördlichen Chile, kann derselbe in großen Mengen und bis zu nicht unerheblicher Teufe neben allerlei Ferrisulfaten am Bestande des eisernen Hutes beteiligt sein; so berichtet Darapsky,[1]) daß sich auf der Grube Unión bei Paposo Massen von Kupfersulfat noch in einer Teufe von 50 m vorfinden. Eine sehr merkwürdige Kupfersulfatlagerstätte ist zu Copaquire,[2]) 130 km OSO. von

[1]) Das Departement Taltal (Chile), 1900, 170.

[2]) Öhmichen, Eine Exkursion zur Kupfersulfat-Lagerstätte von Copaquire im nördlichen Chile; Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 147—151. — Walker, The copper sulphate deposits at Copaquire; Eng. Min. Journ., LXXV, 1903, 710.



Iquique in den Kordilleren erschlossen worden. Der Vitriol durchzieht nahe dem Kontakt zwischen mesozoischen Schiefern und einem jungen Durchbruch von rhyolithähnlichem Gestein in zahllosen Adern das letztere; er wird begleitet von etwas Pyrit, Kupferkies und nicht unbedeutenden Mengen von Kupferkarbonaten, nebst Gips und Brauneisenerz. Da auch Molybdänglanz einbricht, so liegt die Annahme von Beziehungen zu Gängen der Turmalin-Kupferformation nahe, welche in Chile verbreitet sind. Der Kupfergehalt der Lagerstätte ist etwa 3 %.

Die Umwandlung des Kupferkieses durchläuft verschiedene Stadien und führt der Reihe nach unter Wegfuhr von Eisen und Schwefel zu Buntkupfererz, Kupferglanz, Rotkupfererz und gediegen Kupfer. Der Vorgang der Umbildung der Sulfide ist in seinen Einzelheiten keineswegs bekannt; die quantitative Zusammensetzung der Anfangs- und Endprodukte ist folgende:

	Cu	Fe	S
Kupferkies, $FeCuS_2$	34,57	30,54	34,29
Buntkupfererz, $FeCu_3S_3$ . . .	55,60	16,40	28,00
Kupferglanz, Cu_2S	79,85	—	20,15
Kupfer, Cu	100,—	—	—

Die Bildung von Kupferindig, CuS (66,4 Cu, 33,6 S), vollzieht sich nur untergeordnet; doch ist derselbe dann mitunter das einzige Umwandlungsprodukt, wie z. B. auf gewissen Kupferkiesgängen bei Massa Marittima in Toskana. Kupferindig ist wohl auch das sog. „rame nero“, welches zwischen dem ganz zersetzten Ausstrich und der frischen Erzzone des großen Kupferkiesganges zu Boccheggiano angetroffen wird.

Die sukzessive Umwandlung des Kupferkieses in der oben bezeichneten Folge der Produkte läßt sich schon an manchen Handstücken von Kupferpecherz, Ziegelerz usw. beobachten. Sie ist aber auch im größten Maßstabe auf Erzlagerstätten bekannt und bewirkt den hohen Adel mancher junger Kupfererzgruben. Einstweilen sei hier das zitiert, was schon Bischof[1]) im Jahre 1866 über die Umwandlungsfähigkeit der Kupferverbindungen gesagt hat: „Die Kupferverbindungen im allgemeinen zeigen eine große Beweglichkeit der Atome. Sie werden eben so leicht reduziert als oxydiert, je nach den wechselnden Verhältnissen, denen sie in verschiedenen Teufen der Erdrinde ausgesetzt sind. Sie bilden unter den wechselnden Umständen eben so leicht niedere und höhere Schwefelungsstufen und Verbindungen mit Eisensulfuraten, als diese Verbindungen wieder zersetzt und auf die ursprüngliche Form zurückgeführt werden. Man findet deshalb eben sowohl Umwandlungsprodukte des gediegenen Kupfers, wie Rotkupfererz, Schwarzkupfererz, Malachit, Kupferlasur, als auch die Produkte der Reduktion zum Teil noch in wohlerhaltenen Pseudomorphosen (gediegen Kupfer nach Rotkupfererz). Ebenso bei den Schwefelverbindungen des Kupfers. Kupferglanz findet sich in Buntkupfererz und dieses wieder in Kupferkies

[1]) Chemische Geologie, II. Aufl., III, 1866, 686 ff. Siehe auch Blum, Die Pseudomorphosen des Mineralreichs, 1843, 40, 42, 43; I. Nachtrag, 1847, 116; II. Nachtr., 1852, 15, 17; III. Nachtr., 1863, 21, 23.



umgewandelt, während man andererseits beobachten kann, daß Kupferkies zu Kupferglanz, wie Covellin auch zu Eisenkies oft mit Beibehaltung der ursprünglichen Kristallformen umgewandelt werden kann usw."

Ein ausgezeichnetes Beispiel für die obenangeführten Umwandlungen dürfte die Lagerstätte von Monte Catini bieten. In den oberen Horizonten liegen die Erze, Kupferkies mit einer Hülle von Buntkupfererz, seltener Kupferglanz und gediegen Kupfer, Körnchen von Buntkupfererz und Kupferbleche, inmitten eines roten, eisenoxydhaltigen Lettens. In den tieferen Horizonten ist das lettige Ganggestein weißlich grün, dafür aber das Erz frischer Kupferkies. Hier ist das Erz, dort das Ganggestein eisenreicher; es liegt nahe, den letzteren Umstand mit einer Umwandlung des Erzes in Zusammenhang zu bringen.

Eine weitere Umwandlung erfahren die Sulfide in Karbonate, wie Malachit und Lasur, Sulfate wie Brochantit, Lettsomit, Kupfervitriol, die Phosphate Phosphorocalcit, Libethenit, Arseniate wie Olivenit, Euchroit, die Silikate Dioptas, Chrysokoll, kupferhaltigen Allophan, die Chloride und Oxychloride Nantokit und Atacamit. Die beiden letzteren Umwandlungen finden wiederum besonders unter dem trockenen Klima der chilenischen Wüsten statt. Des weiteren kann stellenweise in großer Masse Rotkupfererz, Kupferoxyd (Melakonit, Schwarzkupfererz, CuO), und gediegen Kupfer entstehen. Aus Kupferkies, auch in Gegenwart von Eisenkies neben sulfidischen Kupfererzen, entwickelt sich häufig das Ziegelerz und das Kupferpecherz, Gemenge von Brauneisenerz mit Rotkupfer- bezw. Kieselkupfererz. Biddle[1]) hat gezeigt, daß sich gediegen Kupfer bilden kann, wenn Eisenoxydul- und Kupferoxydsalze mit Natriumkarbonat in verdünnter Lösung zusammentreten; dabei dürfen nur wenig Ferrisalze zugegen sein.

Im großartigsten Maßstabe sind katogen umgewandelte Kupfererzgänge bekannt in Australien, Chile und in Montana. Die 1845 entdeckte und bis 1877 ausgebeutete Burra-Burra-Grube[2]) in Südaustralien hatte auf zwei Gängen zuoberst oxydische Eisenerze, Ziegelerz, Malachit und Lasur, darunter Rotkupfererz und Atacamit. Der letztere herrschte in 60 m Teufe vor; Kupferkies zeigte sich erst in etwa 200 m Teufe.

Zu Tamaya bei Ovalle, südlich von La Serena-Coquimbo in der chilenischen Provinz Coquimbo bildet ein 1—2 m mächtiger Gang in quarzhaltigem Gabbro das reichste, seit 1835 ausgebeutete Kupfervorkommen Chiles. Die Gangfüllung verändert sich in vertikaler Richtung derart, daß die oberste Zone (metal de color) aus oxydischen Eisenverbindungen samt Rotkupfer und gediegen Kupfer, vorzugsweise aber aus Malachit, Chrysocoll, Atakamit und Kupferindig besteht, wozu in der Zone des metal de color bronceado noch Buntkupfer (bronce morado) und Kupferglanz (bronce plateado) kommen, welche bis 220 m anhalten. Darunter folgt dann der derbe Kupferkies (bronce amarillo). Eine ausführliche Beschreibung der Erzführung in den Kupfererzgängen von Butte

[1]) The deposition of copper by solutions of ferrous salts; Journ. of Geol., IX, 1900, 430—436; Ref. N. Jahrb., 1902, II, 334—335.

[2]) Phillips-Louis, Ore deposits, II. Ed., 1896, 691—692.



(Montana) ist neuerdings wieder von Emmons gegeben worden.[1]) Danach besteht die primäre Mineralführung der Gänge in der Teufe aus Quarz, Pyrit, Kupferkies und Enargit; in den oberen Teufen zwischen 60—120 m unter Tage ist die Verwitterungszone reich an Silber, enthält dagegen im Durchschnitt nur 1 % Kupfer; sie besteht hauptsächlich aus zerfressenem Quarz, der verhältnismäßig arm an oxydischen Erzen ist. Darunter folgt dann eine stellenweise enorm reiche Zone mit Buntkupfererz, Kupferglanz und Kupferindig, der Pyrit und Kupferkies beigemengt sind; jene drei sekundären Erze haben sich in der genannten Reihenfolge gebildet. Riesenhafte Massen von fast reinem Kupferglanz von 4,5 und mehr Meter Mächtigkeit kamen besonders in den oberen Teufen dieser sekundären Erzzone vor. Genauere Beobachtung aber zeigt, daß dieselben Partikel von Kupferkies und Pyrit umschließen. Die reichsten sekundären Erze treten neben jüngeren, die Gänge zerrüttenden Spaltenbildungen auf; die Teufe, bis zu der diese reichen Massen zu verfolgen sind, beträgt bis zu 450 m unter dem Grundwasserspiegel (s. S. 543).

Andere Beispiele für die lokale, abwärts gerichtete Anreicherung des Kupfergehaltes im eisernen Hute von Kupfererzlagern, z. B. von Rio-Tinto, Ducktown, Mount Lyell usw. sind schon früher besprochen worden. Es versteht sich von selbst, daß eine solche Veredelung ganzer Gangzonen nicht nur auf eine Umwandlung des Kupferkieses, sondern auch auf eine Konzentration des Metallgehaltes zurückzuführen ist; der letztere muß, wenn aus Kupferkies derbe Massen von Kupferglanz entstehen sollen, nach abwärts gewandert sein und teilweise den durch die Erosion entfernten Teilen des Gangausstriches entstammen.[2]) Undenkbar wäre vielleicht nicht die Reaktion $FeCuS_2$ (Kupferkies) + Cu_2S = $FeCu_3S_3$ (Buntkupfererz). Für die Möglichkeit einer Umwandlung von Schwefelkies in Kupferkies oder Buntkupfererz scheinen in der Natur Beispiele nicht bekannt zu sein.

Das häufigste Bleierz ist der wohl stets silberhaltige Bleiglanz. Daneben spielt der Bournonit stellenweise eine wichtige Rolle. In den oberen Teufen verwandelt sich der erstere am häufigsten in Cerussit (Mies in Böhmen, Leadville in Colorado, Broken Hill; verschiedentlich von Bedeutung im Westen Nordamerikas, wie in Utah, Nevada). Weniger häufig ist der Anglesit (Monteponi bei Iglesias auf Sardinien mit Phosgenit, $PbCl_2 . PbCO_3$; Haupterz der Friscogrube in Utah).[3]) Pyromorphit ist häufig, gehört aber zu Freiberg ebenso wie der Mimetesit zu den seltenen Erscheinungen. Hieran schließen sich der Vanadanit,[4]) ferner das Gelbbleierz, der Stolzit und das Rotbleierz als

[1]) The secondary enrichment of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 177—217.

[2]) Mit diesen Fragen hat sich Stelzner eingehend beschäftigt und war dabei zu der Anschauung gekommen, welche auch Emmons in seiner zitierten Arbeit veröffentlicht.

[3]) vom Rath, Bemerkungen über das Territorium Utah; Sitzber. Niederrh. Ges., 1887, 202.

[4]) Über einen „Bleiglanz-, Vanadin- und Molybdänerzgang in der Provinz S. Luis, Argentinien" berichtet Bodenbender ausführlich; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 52—55.

wenig verbreitete Bleisalze, endlich die Bleiniere, ein wasserhaltiges, manchmal aus Bournonit hervorgehendes Bleiantimoniat. Percylit (PbCl[OH] . CuCl[OH]), Caracolit (PbCl[OH] . Na_2SO_4) und Linarit ($[(PbCu)OH]_2SO_4$) gehören endlich gleichfalls hierher.[1]) In Salzsteppen können die Ausstriche der Blei-Silbererzgänge ganz besondere Veränderungen erfahren. Am ausgezeichnetsten sind solche wohl in der Bergkette Challocollo[2]) in der Provinz Tarapacá, südöstlich von Iquique in Chile. Im östlichen Randgebiet der salz- und salpeterreichen Pampa de Tamarugal (800 m ü. d. M.) streichen in jenem aus Rhyolith bestehenden Berge vier nach der Tiefe zu sich vereinigende, 4—7 m mächtige Gänge. Durch den Einfluß von Salzlaugen sollen dieselben bis zur Teufe von 130 m hochgradig verändert sein. In der drusigen, quarzigen Gangmasse findet sich etwas Baryt, Kalkspat und sehr wenig Flußspat, daneben Psilomelan, viel Chlorsilber, Embolit, Jodsilber, spärliches Gold, ferner der Huantajayit ((AgNa) Cl), Chlorblei ($PbCl_2$, Cotunnit) derb und innig gemengt mit Cerussit, Anglesit, Matlockit ($PbCl_2 . PbO$), blauer Percylit, Argentopercylit, orangefarbiges Bleioxyjodid ($Pb_3O_2(J, Cl)_2$), Schwartzembergit), Atacamit, Zinkspat, Kieselzink, Gips, Chlornatrium, Jodnatrium, Salpeter, Tonerde-, Mangan- und Eisensulfate. Nach unten zu stellt sich etwas Bleiglanz, seltener Kupferkies ein; Zinkblende ist noch nicht beobachtet worden.

Die schönsten Beispiele für die Ausstriche von Silbererzgängen bilden die westlichen Gebiete Nord- und Südamerikas. In den oberen Teufen fanden sich dort Halogensalze des Silbers (AgCl, AgBr, AgJ), daneben Karbonate. Darunter tritt gediegen Silber, Silberglanz, lichtes und dunkles Rotgiltigerz, Antimonsilber, Polybasit, Melanglanz und etwas Bleiglanz auf, und in zahlreichen Fällen geht dann die Gangmasse in die unedle Kombination Bleiglanz, Blende und Schwefelkies samt Quarz über. Auf den chilenischen Gruben (Agua amarga, Arquesos und Tres Puntas) soll dieser Übergang in der Regel in 40—50 m Teufe statthaben. Zu Caracoles ist man dagegen bis zu 500 m niedergedrungen, ohne aus der edlen Mittelzone herausgekommen zu sein.

Es wird sich später noch wiederholt Gelegenheit geben, auf die Erzführung der Silbererzgänge zurückzukommen, und es wird sich zeigen, daß es gerade bei diesen nicht immer leicht ist, zwischen primären und sekundären Teufenunterschieden zu unterscheiden.

Gediegen Silber mag sich im eisernen Hute unter der reduzierenden Einwirkung mancher Salze, vielleicht auch organischer Verbindungen bilden; bekannt ist die Eigenschaft des Kupferglanzes und noch mehr des Buntkupfererzes, welche gute Leiter der Elektrizität sind, aus Silberlösungen Silber auszufällen.

Die Zinkerze hinterlassen auf gewöhnlichen Erzgängen, wenn die Zinkblende selbst verschwunden ist, in der Regel keine Spuren. Im übrigen gehört die Blende zu den weniger leicht zerstörbaren Gangelementen. Unter günstigen

---

[1]) Websky, Über Caracolit und Percylit; Sitzber. k. preuss. Ak. d. Wiss., 1886, 1045; Ref. Ztschr. f. Kryst., XIV, 1888, 406. — Sandberger, Percylit, Caracolit, neues Mineral und Phosgenit aus der Sierra Gorda usw.; N. Jahrb., 1887, II, 75—77.

[2]) Schulze, Mineralogisches aus Tarapacá; Verh. d. deutsch. wissensch. Ver. zu Santiago, II, 1889, 49—60.

Umständen, z. B. im alten Bergeversatz oberhalb des Grundwasserspiegels bilden sich Absätze von Zinkvitriol in kalkarmem Gebirge (z. B. im Rammelsberg bei Goslar, „Goslarit"). Eine besondere Umwandlung ist sehr häufig auf metasomatischen Zinklagerstätten im Kalkgebirge zu beobachten; sie führt zu Galmei, d. i. Zinkspat und Kieselzinkerz, viel seltener zu Zinkblüte, welche auch aus den beiden letzteren hervorgehen kann. Selten ist Willemit, so z. B. im Altenberg bei Aachen. Nach Lodin[1]) entsteht durch Einwirkung von Zinksulfat auf Kalk und langsamer auf Dolomit Zinkhydrokarbonat, so daß das viel verbreitetere Auftreten von Galmei jedenfalls noch der Erklärung bedarf.[2]) Sicherlich ist nicht aller Galmei der an Kalkstein gebundenen Zinklagerstätten sekundärer Entstehung.

Durch die Verwitterung cadmiumhaltiger Blende bildet sich Greenockit und das seltene schwarze Cadmiumoxyd.

Das gemeinste Umwandlungsprodukt der Kobalterze ist die Kobaltblüte, sehr selten (Schneeberg i. S.) der Kobaltspat. Als ein sekundäres Kobalterz hat der Asbolan (Kobaltmanganerz) z. B. nahe den Kobaltrücken von Kamsdorf und Riechelsdorf Bedeutung. Er ist ein wasserhaltiges Gemenge von MnO_2, CuO und 19—32 % CoO. Er kommt in größeren Massen auf den nickelhaltigen Serpentinen von Neukaledonien vor. Ein weiteres wasserhaltiges Verwitterungsprodukt des Speiskobalts zu Schneeberg i. S. ist der Heterogenit, im wesentlichen Kobaltoxyd. Kobaltvitriol ist selten. Die Nickelerze verwittern zu Nickelblüte, seltener zu Nickelvitriol oder Bunsenit (NiO). Wismutocker (Bi_2O_3) bildet z. B. in großen Massen das Umwandlungsprodukt des Wismutglanzes der bolivianischen Gruben (Tazna und Chorolque). Andere sekundäre Wismuterze sind Bismutosphärit ($[BiO]_2 . CO_3$), das wasserhaltige Wismutkarbonat Wismutspat (Bismutit z. T.) und das dimorphe $Bi_4[SiO_4]_3$ (Eulytin oder Kieselwismut und der Agricolit).

Die Antimonerze, insbesondere der Antimonit, ergeben bei der Verwitterung Valentinit und Senarmontit, Rotspießglanzerz, Antimonocker und Stiblith. Ein Beispiel für die Umwandlung eines Antimonitganges im Ausstrich gibt v. Foullon: die etwa seit 1888 abgebaute Lagerstätte von Rozsdan in Makedonien, nordwestlich von Salonichi, führt im südlichen Teil Antimonerze, im nördlichen Auripigment und etwas Realgar. Der Antimonit war durch Oxydation übergegangen in Stiblith, Antimonocker, Valentinit und Rotspießglanzerz, welche von Gips und Schwefel begleitet wurden.[3])

Bei der Verwitterung der Arsenide können sich u. a. folgende Arseniate bilden: Arsenolith (As_2O_3), Skorodit ($FeAsO_4 . 2H_2O$), Pharmakolith ($CaHAsO_4 . 2H_2O$), Pharmakosiderit (Würfelerz $Fe[Fe . OH]_3[AsO_4]_3 . 6H_2O$), Arseneisensinter, Gänsekötigerz und viele andere Salze, besonders auch des Kupfers. Ins-

[1]) Sur l'origine des gîtes calaminaires; Bull. soc. géol. de France (3), XIX, 1891, 783—793; Ref. N. Jahrb., 1893, I, —80—.

[2]) Von Bedeutung ist bei der Reaktion jedenfalls die Konzentration der Lösung.

[3]) Über Antimonit und Schwefel von Allchar bei Rozsdan in Makedonien; Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1890, 318—322.



besondere die Anwesenheit des Arsenkieses, des Speiskobalts, des Chloanthits und des Fahlerzes führt zu solchen.

Neben den metallhaltigen sekundären Gebilden besitzen noch zahlreiche leicht- und schwerlösliche Salze — zumeist Sulfate —, in den Gangausstrichen einige Bedeutung; das wichtigste derselben ist der Gips.

Das Vorkommen von Schwefel als Umwandlungsprodukt ist nicht gerade selten. Am häufigsten bildet er sich bei der Umwandlung der Bleierze, vor allem des Bleiglanzes, aber wohl auch des Bournonits. So ist er beschrieben worden von der Wheatley Mine in Pennsylvanien,[1]) von Mieß in Kärnten,[2]) von der Grube Viktoria bei Müsen im Siegerland, von Monteponi in Sardinien,[3]) von der Bassick Mine in Colorado,[4]) von Truskawiec in Galizien.[5]) Sandberger[6]) erwähnt ihn unter den Zersetzungsprodukten des Bournonits von der Sierra Gorda in Chile. Begleiter des Schwefels sind dann stets die übrigen Verwitterungsprodukte der Bleierze, wie Cerussit, Anglesit usw. Verhältnismäßig häufig kommt der Schwefel auch vor auf verwittertem Antimonit,[7]) so nach Pelikan[8]) und v. Foullon[9]) auf den Lagerstätten von Allchar in Makedonien, nach A. Schmidt[10]) auf den Antimoniterzen von Schlaining in Ungarn. Aus Enargit dürfte er hervorgegangen sein auf den Kupfer-Golderzgängen der Sierra Famatina in der Argentinischen Republik,[11]) und daß sich Schwefel auch bei der Verwitterung von Pyrit bilden kann, beweist ein Vorkommen von Ouro Preto in den Minas Geraes (Brasilien)[12]) und das von Beresowsk im Ural.

* Die zu Neubildungen in dem eisernen Hute nötigen Stoffe entstammen offenbar weitaus zum größten Teil der Gangfüllung selbst, wenn man zunächst von der zweifellosen Sauerstoff- und Wasserzufuhr absieht. Da die in den Gang eindringenden Wasser aber stets schon mit gelösten Stoffen beladen sind, so ist es selbstverständlich, daß diese auf die Gangfüllung einwirken, mit derselben reagieren werden und daß dadurch aus den zuströmenden Lösungen mancher Bestandteil im Gangraume zurückgehalten wird. Dabei ist zu bedenken, daß

---

[1]) Fletcher, Phil. Mag. (5), IX, 180—191; Ref. Ztschr. f. Kryst., V, 1881, 111.

[2]) v. Zepharovich, Jahresber. d. Ver. Lotos, 1878; Ref. ebenda, 270.

[3]) Busz, Schwefel von Bleierzgängen; Ztschr. f. Krystall., XV, 1889, 616—621.

[4]) Ders., Schwefel von Bassick; ebenda, XVII, 1890, 549—552.

[5]) v. Foullon, Mineralogische Notizen (Schwefel mit Bleiglanz usw. von Truskawiec); Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1892, 171.

[6]) Sandberger, Schwefel und andere Zersetzungsprodukte von Bournonit usw.; N. Jahrb., 1886, I, 177—179.

[7]) Eakle, Sekundäre Mineralbildungen auf Antimonit; Ztschr. f. Kryst., XXIV, 1895, 586—587.

[8]) Schwefel von Allchar in Makedonien; Tscherm. Mitt., XII, 1891, 344.

[9]) Schwefel und Realgar von Allchar; Verh. k. k. Reichs-Anst., 1892, 171 ff.

[10]) Über einige Minerale der Umgegend von Schlaining; Ztschr. f. Kryst., XXIX, 1898, 197, 207.

[11]) Stelzner, Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik, I, 1885, 232.

[12]) Hussak, Mineralogische Notizen aus Brasilien; Tscherm. Mitt., XIV, 1894, 411—412.



das wirksame Wasser keineswegs nur längs der Gangebene zuströmt, sondern daß auch vom Nebengestein her durch Diffusion eine Stoffzufuhr statthaben muß.

Von denjenigen Stoffen, welche der primären Gangfüllung meistens fehlen und erst im eisernen Hute angetroffen werden, sind zu nennen: Chlor, Brom, Jod, die Phosphor-, Vanadin-, Molybdän- und Chromsäure. Am rätselhaftesten ist die Herkunft des Molybdäns, und das Vorkommen so großer Massen von Gelbbleierz, wie sie zu Bleiberg in Kärnten im Kalkstein auftreten, hat bisher noch keine zutreffende Erklärung gefunden. Für die übrigen genannten Halogene und Säuren ist eine Erklärung leichter. Chlornatrium, wohl mit geringen Spuren von Jod- und Bromalkalien, ist überall verbreitet und wird z. B. auch von den Seewinden weit übers Land getragen.[1]) Bei der bekannten Neigung des Silbers, sich mit den Halogenen zu sehr schwer löslichen Salzen zu verbinden, ist es nur natürlich, daß dort, wo lösliche Silberverbindungen entstehen könnten, anwesende Halogene durch das Silber festgehalten, ja geradezu in unlöslicher Verbindung in den Ausstrichen aufgestapelt werden. Schon geringe Spuren von Chlor, Jod und Brom können im Laufe langer Zeiten auf solche Weise gewissermaßen eine Konzentration erfahren. Es sei dabei schon hier auf die langsame Umwandlung zu Chlorsilber hingewiesen, welche silberne Gegenstände, wie antike Münzen und Gefäße, im Boden erfahren. Es ist also keineswegs notwendig, daß sich über den Chloride führenden Gangausstrichen zeitweilig das Meer oder gar Salzlager befunden haben müssen, wenn auch Fälle bekannt sind, wo den Halogenen sicherlich eine solche Herkunft zugeschrieben werden muß. So mag das Vorkommen von Chlor- und Jodsilber auf den Silbererzgängen der Atacama (Nordchile) wohl teilweise mit dem Auftreten der dortigen Salpeterlager in Verbindung gebracht werden. Diese letzteren haben offenbar in früherer Zeit daselbst eine noch viel weitere Verbreitung besessen als jetzt, und über dem Ausstrich mancher Silbererzgänge tritt stellenweise dieses Salz auf, Salpeter findet sich sogar mitunter in der verwitterten Erzmasse selbst.[2]) Außer dem Natronsalpeter enthalten die Lager noch etwa 5—15 % oder mehr Chlornatrium und ganz allgemein 0,02—0,2 % Jod, etwas Molybdän und Chrom. Die Entstehung der Salpeterlager ist unbekannt, jedenfalls aber hat die Bildung der Halogensalze auf jenen Silbererzgängen mit einer alten Meeresbedeckung, wie sie Moesta angenommen hatte,[3]) nichts zu tun. Andererseits scheint der Phosgenit, $[PbCl]_2CO_3$, von Monteponi auf Sardinien unter dem Einfluß des Meerwassers entstanden zu sein. Von der ähnlichen Neubildung von Metallchloriden soll späterhin noch die Rede sein.

Betreffs der Phosphorsäure dürfte im allgemeinen eine Abkunft von verwesenden pflanzlichen und tierischen Resten (z. B. Fäkalien) am wahrscheinlichsten sein und sie läßt sich mitunter direkt nachweisen. Pflanzen und Tiere häufen den Phosphor an, und bei ihrer Verwesung entsteht Ammonium-

[1]) Solches berichtet z. B. Dubois ausdrücklich aus Surinam; Geologisch-bergmännische Skizzen aus Surinam, 1901, 6.

[2]) Darapsky, Das Departement Taltal, 1900, 135—142, 170.

[3]) Über das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur, 1870, 36—38.



phosphat, welches mit Metallsalzen in Wechselwirkung tritt. Auf solche Weise mögen viele oberflächlich liegende Vorkommnisse von Grünbleierz (Clausthal, Commern) und allerlei Eisenphosphate, wie Strengit ($FePO_4 . H_2O$), Kraurit (Grüneisenerz, $Fe_2[OH]_3PO_4$), Kakoxen ($Fe_2[OH]_3PO_4 . 4^1/_2 H_2O$), Eleonorit ($[Fe . OH]_3 [PO_4]_2 . 2^1/_2 H_2O$) und Vivianit ($Fe_3 [PO_4]_2 . 8 H_2O$), ferner Wavellit ($[Al . OH]_3 [PO_4]_2 . 5 H_2O$) usw. entstanden sein, welche sich z. B. in den Brauneisenerzen von Gießen oder Amberg vorfinden. Die schichtigen Brauneisenlager enthalten größere oder geringere Phosphorsäuremengen als offenbar primären Bestandteil.

Schon früher (S. 210, 215, 235) wurde auf den Vanadingehalt mancher schichtiger Eisenerze und Kohlenflöze hingewiesen. Nach Hillebrand[1]) ist Vanadin in vielen Eruptivgesteinen enthalten, so besonders in Gabbros (im Durchschnitt aus 23 Analysen 0,023 % Vd_2O_5); es kommt aber in nachweisbaren Mengen auch z. B. in Kalksteinen und Sandsteinen vor. Es scheint, als ob die bei der Verwitterung der Gesteine in Lösung gehende Vanadinsäure besonders in Eisenerzen und in pflanzlichen Resten eine ähnliche Anhäufung erfahre, wie die Phosphorsäure. Sollte sie, was nach mancherlei Anzeichen nicht ganz unwahrscheinlich, indessen noch nicht sicher nachgewiesen ist, auch in Torfmooren einige Anreicherung erfahren, so wäre eine Übertragung von diesen aus in darunter liegende Erzlagerstätten in gleicher Weise wie bei der verwandten Phosphorsäure denkbar. Das hauptsächlichste Vanadat ist der Vanadinit, $Pb_5Cl[VO_4]_3$, andere sind der Descloizit $(Pb, Zn)[Pb . OH] VO_4$, der Volborthit, der Brackebuschit, der Pucherit, $BiVO_4$, der Carnotit und Mottramit.

Das wichtigste Chromat ist das Rotbleierz, $PbCrO_4$. Die Heimat der Chromsäure dürften vielleicht chromhaltige Peridotite und Serpentine sein. Wenigstens ist eines der bekanntesten Rotbleierzvorkommen, dasjenige auf der Bleierzlagerstätte der Cometgrube im Dundas-Distrikt (Tasmanien), an die unmittelbare Nähe von Serpentin gebunden. Dafür, daß auch die Chromatbildung auf den Gängen von Beresowsk im Ural, wo neben Rotbleierz auch Vauquelinit, Beresowit und Laxmannit vorkommen, eine Chromzufuhr aus chromithaltigen Peridotitgeschieben der Oberflächenbedeckung vor sich gegangen sein könnte, liegen zwar keine Beweise vor, es ist aber nicht unmöglich. *

Die Zeit der katogenen Umwandlungen und Neubildungen ist noch nicht abgeschlossen, vielmehr werden letztere gerade durch den Bergbau wesentlich gefördert. Beweise für die andauernde Zersetzung der Erze und die Neubildung solcher liefern die Analysen der Grubenwässer, das Auftreten von Stalaktiten, Guren und Sintern in den Gruben, die Selbstentzündung von Kiesen, die Mineralbildungen in Quellbecken, Gräbern, auf Halden und sogar in Mineraliensammlungen und endlich unter Seewasser.

Analysen von Grubenwässern. Letztere reagieren sehr oft sauer und sind daher den Metallteilen der Maschinen usw. gefährlich.

---

[1]) Distribution and quantitative occurrence of Vanadium and Molybdenum in rocks of the United States; Am. Journ. of Science, VI, 1898; danach Vogt, Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 274—277.



1. Sauer reagierendes Grubenwasser von der 2. Gezeug-Strecke des David-Richtschachts auf Himmelfahrt (Freiberg). Nach Rube.[1])

In 100 Teilen Grubenwasser waren enthalten:

0,49 As_2O_3,
2,20 $ZnSO_4$,
0,15 $CuSO_4$,
4,59 basisches Eisenoxydsulfat.

Sa. 74,30 g im Liter = 7,43 %.

2. Grubenwasser vom Gottlob Morgengang auf Himmelsfürst, 2. Gezeug-Strecke. Stagnierende Pfützen bildend und in denselben roten Schlamm absetzend. Spez. Gew. 1,05. In 1 l (nach Ledebur, 1887):[2])

Fe	10998 mg	As	2106 mg
Pb	31 „	Mn	712 „
Zn	1242 „	MgO	1328 „
Cu	238 „	CaO	650 „
Sb	25 „	SO_3	27866 „
			45196 mg = 4,5 %.

3. Wasser des Rothschönberger-Stollens bei Freiberg.

α) Nach Frenzel enthält das aus dem Mundloch abfließende Wasser im Liter:[3])

Fe_2O_3	9,5 mg
ZnO	11,1 „
MgO	24,9 „
CaO	65,0 „
SO_3	104,0 „
Cl	12,4 „
SiO_2	18,0 „
	244,9 mg = 0,024 %.

Von diesem Wasser flossen in der Sekunde etwa 500 l ab, und der Stollen entzieht demnach dem Freiberger Grubenbezirk täglich u. a. 479,5 kg, jährlich 175025 kg Zinkoxyd.

β) Nach Fleck[4]) enthält das Wasser des Rothschönberger Stollens bei seinem Einfluß in die Triebisch im Liter:

$Fe_2(SO_4)_3$	6,0 mg	$Ca(NO_3)_2$	1,0 mg
$ZnSO_4$	24,0 „	Na_2SiO_3	47,0 „
$MgSO_4$	60,0 „	NaCl	36,0 „
$CaSO_4$	260,0 „	Organisches	11,0 „
$CaCO_3$	36,0 „		481,0 mg = 0,04 %.

4. Abflußwasser aus der Zinkblendegrube Juno in Gevelingshausen bei Olsberg, Kreis Brilon in Westfalen, enthielt am 4. September 1877 im Liter (König, l. c. 417):

---

[1]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVI, 1867, 144.

[2]) Diese Analyse ist insofern unvollständig, als der an die Schwermetalle gebundene Sauerstoff nicht berechnet wurde; sie mag gleichwohl hier ihren Platz finden. Bergeat.

[3]) H. Müller, Beiträge zur Kenntnis der Mineralquellen und Stollnwässer Freiberger Gruben; Jahrb. f. d. Berg- u. Hütt.-Wes. i. Sachs., 1885, 185—188.

[4]) 12. u. 13. Jahresber. d. k. chem. Centralstelle für öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden, 1884, 21. — König, Die Verunreinigung der Gewässer, 1887, 450 (samt dem vorigen zitiert von Stelzner).

Fe_2O_3	21,0 mg
ZnO	164,0 „
MgO	24,5 „
CaO	49,7 „
SO_3	302,0 „
	561,2 mg = 0,05 %.

5. Abflußwasser der Schwefelkiesgruben in Meggen-Grevenbrück enthielt 1874 (nach König, l. c. 448) im Liter:

	1. Probe.	2. Probe.
FeO	631,8 mg	79,2 mg
MgO	105,7 „	168,3 „
CaO	688,0 „	888,8 „
SO_3	3462,0 „	1678,2 „
Chloralkalien	380,0 „	—
Suspendiertes Fe_2O_3	—	619,2 „
	5267,5 mg = 0,5 %.	3433,7 mg = 0,3 %.

Dasselbe Wasser ergab 1883 im Liter:

FeO	1256,4 mg
ZnO	958,0 „
MgO	574,0 „
CaO	398,8 „
Cl	17,7 „
SO_3	4697,0 „
Suspendiertes Fe_2O_3	256,8 „
	8158,7 mg = 0,8 %.

6. Die berühmten Quellen von Levico in Südtirol treten aus alten Stollen hervor; sie enthalten nach Barth und Weidel in 10 l:[1])

As_2O_3	0,087— 0,091 g.
$FeSO_4$	0,020—25,675 „
$Fe_2(SO_4)_3$	13,020—51,286 „

7. Im Gebiete der Erzgänge von Srebrenica in Bosnien entspringen verschiedene Vitriolquellen, deren Entstehung zweifellos mit der Verwitterung der Erze zusammenhängt. Die Zusammensetzung einer der wichtigeren, der Guberquelle, ist folgende:[2])

K_2SO_4	0,166 g	$Al_2(SO_4)_3$	2,277 g
Na_2SO_4	0,037 „	$Ca_3(PO_4)_2$	0,010 „
NaCl	0,017 „	As_2O_3	0,061 „
$CaSO_4$	0,209 „	SiO_2	0,648 „
$MgSO_4$	0,219 „	Li, Cu	Spuren
$FeSO_4$	3,734 „	Organisches	0,074 „
$MnSO_4$	0,009 „	Freie H_2SO_4	0,093 „
$ZnSO_4$	0,078 „	in 10 l Wasser.	

Von technischer Bedeutung werden an vielen Orten die an Kupfervitriol reichen Grubenwässer, die Zementwässer, deren Kupfergehalt sich auf hineingeworfenen Eisenstücken niederschlagen läßt. Der in der Mitte des 17. Jahr-

[1]) Zitiert von Rücker an der unten angeführten Stelle.

[2]) E. Ludwig, Die Mineralquellen Bosniens; Tscherm. Mitt., XI, 1890, 122 bis 124. Auch bei Rücker, Blei- und Silberbergbau bei Srebrenica in Bosnien, Wien 1901, 20.

hunderts getriebene „große Stollen“ (Great Country Adit) von Redruth in Cornwall ist insgesamt 48 km lang; jetzt ist er freilich nur noch von geringerer Bedeutung, da die in seinem Bereich liegenden Gruben eingestellt sind. Er hat 5550 acres (fast 2250 ha) entwässert und führte in der Minute 1450 Kubikfuß oder in der Sekunde 670 l Wasser ab. Dieses gab 1864—1867 jährlich 23 t = 20861 kg oder im Tag 57 kg Kupfer ab, welches durch Niederschlag auf Schmiedeeisen gewonnen wurde.[1]) Nach einer Mitteilung Wapplers verengte sich 1891 der Drucksatz des Pumpwerks von Altenberg (Sachsen) mehr und mehr durch Ansiedelung einer ockerigen, rotbraunen Masse, die reich an Kupferblättchen war. Die Pumpe war 29 Jahre lang in Gang gewesen, die Stärke der Eisenrohre war von 4 cm auf $3^1/_2$ cm zurückgegangen. Die ockerige Masse in dem 60 m hohen Steigrohr wog 7500 kg und lieferte 36 % oder 2700 kg Kupfer. Das Wasser enthielt: 0,94 g CuO, 0,66 g FeO, 0,52 g MnO, 1,42 g Al_2O_3, 2,08 g CaO, Sa. 5,62 g in 10 l = 0,06 %.[2]) Weiterhin sei daran erinnert, daß nach ungefährer Schätzung seit Untergang des römischen Reichs der Rio Tinto in Spanien aus den dortigen Gruben 70—80000 engl. Tonnen metallisches Kupfer in gelöstem Zustand weggeführt haben soll. Große Massen Zementkupfer werden auf der Anaconda Mine zu Butte aus den Grubenwässern gewonnen.

Genauere Angaben über die Zementation auf der Schmöllnitzer Kiesgrube in Ungarn hat Steinhausz[3]) gemacht. Der kupferhaltige Bergeversatz wurde dort früher künstlich bewässert und dadurch ausgelaugt. 1870 war der Durchschnittsgehalt jener Berge 0,44 % Kupfer. Seitdem die künstliche Bewässerung aufgehört hat, ist der Kupfergehalt der Wässer von 11—44 g im Hektoliter im Jahre 1851 auf 3,216—15,506 g im Jahre 1894 gesunken. Eine Analyse von Lill von Lilienbach aus dem Jahre 1859 ergab folgende Gehalte des Zementwassers:

	Vor der Entkupferung, Dichte bei 21° C. 1,02925		Nach der Entkupferung, Dichte 1,03197	
	%		%	
SO_3	1,865		1,904	
FeO	0,270	Fe 0,456	0,835	Fe 0,656
Fe_2O_3	0,351		0,008	
CuO	0,707	Cu 0,55	0,004	Cu 0,003
ZnO	0,043		0,039	
Al_2O_3	0,257		0,231	
CaO	0,045		0,043	
MgO	0,176		0,165	
As	Spuren		Spur	
Sb	„		„	
Mn	„		„	
	3,714		3,229	

[1]) Collins, On the mining district of Cornwall and West Devon, 1873; zitiert von Stelzner.

[2]) Die Cementquelle im Zwitterstockwerke zu Altenberg; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann, 1853, 278—280.

[3]) Der Kupfer- und Schwefelkies-Bergbau von Schmöllnitz im Zipser Comitat; Jahrb. d. k. k. Bergakad., XLIV, 1896, 315—319.

Der Gesamtzufluß an Zementwässern war 700 l in der Minute, der Kupfergewinn aus denselben betrug um 1894 30—50 t pro Jahr.

Stalaktiten, auch von anderen Neubildungen als Kalkspat und Brauneisen, sind keine seltene Erscheinung; solche von Eisen-, Zink- und Kupfervitriol sind aus dem Rammelsberg im Harz bekannt. Prachtvolle Neubildungen von Buratit (wasserhaltiges Kupfer-Zinkkarbonat) und kupferhaltigem Gips überkleideten die Oberfläche alter Baue von Campiglia Marittima in Toskana. Arseneisensinter (Pittizit), oft noch butterweich, bildet sich auf den Bauen von Freiberg und am Graul bei Schwarzenberg; Phosphoreisensinter (Diadochit) hat sich als Neubildung auf den Gruben von Arnsbach bei Gräfenthal und von Garnsdorf bei Saalfeld gefunden. Gänseköthigerz bildet anfänglich weiche, dünne, nierenförmige Überzüge über gediegen Arsen, Silberglanz, Bleiglanz und Rotgiltigerz zu Andreasberg, Marienberg, Schemnitz usw.

Cerussit kennt man u. a. als Neubildung auf den Ulmen alter Strecken zu Mechernich; er findet sich neben Malachit in großer Menge auf alten Halden bei Zellerfeld im Harz. Ähnlich kommt bei Clausthal Pyromorphit vor. Als „Guren"[1]) wären die feinen, an Pulverbeschlag erinnernden Überzüge von Silberschwärze zu erwähnen, welche als eine Neubildung im Rudolfschachter Revier zu Marienberg auf den Ulmen einer Strecke vorkommen und nach einer Untersuchung Richters 14,5 % Silber enthalten. Nach Monheim und Nöggerath[2]) findet sich kohlensaures Zink auf der alten Zimmerung von Tarnowitzer Gruben, auf den Strecken des Busbacher Bergs bei Stolberg und als zweifellos jüngere Bildung auch am Herrenberg bei Nirm. Auf dem Halsbrücker Spat (Freiberg) war auf den Ulmen alter, seit 1747 unter Wasser stehender, 1882 wieder gewältigter Baue ein mulmiger, 1 cm starker Überzug zu beobachten, der sich offenbar während jener 135 Jahre andauernden Wasserbedeckung gebildet hatte und nach Schulze[3]) folgendermaßen zusammengesetzt war:

MnO	44,78	PbO	3,45
O	8,43	CuO	3,20
Fe_2O_3	7,78	SO_3	0,82
Co_2O_3	1,36	H_2O	19,84
ZnO	6,08	In Säuren unlöslicher	
CdO	0,19	Rückstand	3,55
			99,48

Die Fäulnis von Grubenholz bedingt mitunter die Reduktion von gelösten Metallsalzen. Gold und Silber als Ansiedelung auf und in altem Grubenholz erwähnt Phillips.[4]) Philippi[5]) hat mehrfach zu Potosi in Bolivia eine entsprechende Neubildung von Silber beobachtet; die Leute glaubten dort wohl auch, daß das Silber noch wachse. Raymond[6]) fand in einer altspanischen Grube im Cerillos-Range, New Mexico, eine Axt, deren Loch mit schönen Bleiglanzkristallen erfüllt war. Er nimmt an, daß diese letzteren aus Bleivitriol unter dem Einfluß des faulenden Holzstieles entstanden seien.

Sehr häufig beobachtet man gediegen Kupfer als junge oder auch allerjüngste Neubildung nicht nur im eisernen Hut, sondern auch auf Grubenhölzern

---

[1]) Von „Gären".

[2]) Zitiert von Bischof, Chemische und physikalische Geologie, II. Aufl., I, 1863, 561.

[3]) Bei H. Müller, Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachs., 1885, 187.

[4]) Ore deposits, 1. Aufl., 73.

[5]) Reisen, 63; zitiert von Stelzner.

[6]) Transact. Am. Inst. Min. Eng., XI, 1883, 120.

in alten Bauen. So war nach Credner[1]) während des amerikanischen Bürgerkriegs ein Teil der Kupfergruben von Ducktown in Tennessee ersoffen. Die nicht gewältigten Wässer enthielten Kupfer- und Eisenvitriol, welche aus der Zersetzung von Kiesen entstanden waren. Nach Wiedergewältigung der Gruben hatten sich während der wenigen Jahre der Wasserbedeckung auf den Hölzern der Zimmerung fast zolllange Trauben von gediegenem Kupfer angesiedelt. Walter[2]) beobachtete die Entstehung von gediegenem Kupfer auf Grubenholz in den 30 Jahre alten Bauen von Fundul Moldowi in der Bukowina.

Leicht verständlich ist die Bildung gediegener Metalle unter der Zersetzung von Lösungen durch andere Metalle oder Sulfide. Über die Ausscheidung von Silber durch gewisse Kupfersulfide wurde schon oben gesprochen. Eisen fällt aus Kupferlösungen Kupfer aus und wirkt in Berührung mit diesem elektrolytisch; auf solche Weise überziehen sich z. B. abgebrochene Bohrer im Rammelsberg mit einer dicken Kupferhülle und mögen auch anderswo Massen von gediegenem Kupfer entstehen, wie das Baker[3]) von der Insel Kawan bei Neuseeland beschreibt. Der Schacht der auf einem Kupfererzgang bauenden Grube hatte seit 40 Jahren unter Meerwasser gestanden. Durch die eisernen Nägel der Zimmerung war die Abscheidung von $^1/_2$ Zoll bis 1 Fuß messenden kugeligen Kupferüberzügen eingeleitet worden.

Mineralneubildungen sind eine gewöhnliche Erscheinung auf Kupfer- und Bronzegegenständen, welche lange Zeit in der Erde gelegen haben. Nach Berthelot[4]) besteht die Patina auf antiken Kupfergegenständen im wesentlichen aus Atacamit, der sich unter Zutun von Chlornatrium bildet. Ferner kennt man eine Umwandlung von Bronzewaffen aus den Hallstädter Gräbern in Covellin; die im Berliner ethnographischen Museum aufbewahrten Kupfer- und Bronzegegenstände der Schliemannschen Sammlung aus Troja zeigen eine starke Überkrustung durch blaue und grüne Kupferkarbonate, teilweise sind sie auch etwas in Rotkupfer umgewandelt. Dasselbe gilt für die in Pompeji ausgegrabenen Bronzen. Studien über die Umwandlung antiker Bronzegegenstände unter dem Einfluß von Thermalwasser hat Daubrée[5]) bei den Ausgrabungen besonders zu Bourbonne-les-Bains angestellt. Es fanden sich dort als Neubildungen Rotkupfererz, Kupferschwärze, Kupferglanz, Kupferindig, Kupferkies, Buntkupfererz, Antimonfahlerz, Atacamit, Kieselkupfer, dagegen nur sehr wenig Malachit und Lasur. Als junge Umwandlungsprodukte auf Bleiröhren waren Bleiglanz, Bleihornerz (Phosgenit), Bleioxyd, Weißbleierz und Bleivitriol zu beobachten.

Sehr merkwürdige Neubildungen beschreibt O. Fraas[6]) von Hererias bei Cuevas in der spanischen Provinz Almería. Dort setzen in einem mergeligen Gebirge Silbererze auf; sie gaben schon den Phöniziern und Römern Anlaß zu einem ausgedehnten Bergbau, von dem noch bis zu 50 m hohe Schlackenhalden am Fuße des Gebirges zeugen. Da die Schlacken noch ziemlich viel Silber enthalten, haben sie in der Neuzeit eine abermalige Verarbeitung erfahren. Das Silber hat sich auf schmalen Klüftchen als metallischer Anflug wieder ausgeschieden, und besonderes Interesse soll ein phönizischer, aus Schlacken aufgeschütteter Grabhügel geboten haben, weil sich in demselben eine 2 mm mächtige Kluft zeigte, die mit gediegenem Silber ausgefüllt war. H. Müller[7]) berichtet,

[1]) Geologie, 1. Aufl., 1872, 187; 9. Aufl., 1902, 165.

[2]) Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXVI, 1876, 366.

[3]) Transact. and Proc. New Zealand Inst., 1900, XXX, 336—339, und Min. Journal 27, X, 1900; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 37.

[4]) Compt. rend. CXVIII, 1894, 768—770; Ref. N. Jahrb., 1896, I, — 11 —.

[5]) Experimental-Geologie, 1880, 56—91.

[6]) Aus dem Süden, 1886, 67; zitiert von Stelzner.

[7]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVII, 1868, 197.

daß sich an Handstücken der Himmelsfürster Reviersammlung auf Bruchflächen Silberglanz neugebildet habe.

Über die Umwandlung der Silbergefäße des bekannten „Hildesheimer Silberfunds" vom Jahre 1868 hat Schertel[1]) eingehendere Untersuchungen vorgenommen. Die Gefäße hatten jede Spur von Dehnbarkeit und Zähigkeit verloren und waren zu einer braunen, brüchigen Masse geworden, welche auf den Bruchflächen nicht mehr das sehnige Aussehen des getriebenen Metalls besaß und oberflächlich körnig und von einer Chlorsilberkruste von wechselnder Stärke bedeckt war. Am weitesten innen war das Metall am wenigsten verändert (a), nach außen folgte dann eine schwarze Schicht einer nicht schneidbaren, bröckeligen Masse (b), am weitesten außen eine hellere, ziemlich starke Kruste von schneidbarem Chlorsilber (c). Zwischen der inneren und der mittleren Schicht beobachtete man geringe Mengen eines wenig glänzenden Pulvers, das sich als gediegenes Gold erwies. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die chemische Beschaffenheit der drei Schichten.

	a			b	c
Au	2,70	Spur	3,18	—	—
Ag	94,00	98,20	94,78	87,0	75,43
Cu	3,26	1,56	1,92	—	—
Cl	—	—	—	12,8	24,51

b hat fast die Zusammensetzung des Halbchlorsilbers Ag_2Cl (85,89 Ag, 14,11 Cl), c ungefähr diejenige des Chlorsilbers (75,27 Ag, 24,73 Cl).

Neubildungen unter dem Einfluß des Seewassers kennt man von Laurium in Attika. Die von den Alten vor etwa zwei Jahrtausenden erzeugten Schlacken, welche von diesen in das Meer geschüttet worden sind, enthalten noch Stücke von Holzkohle samt Bleiglanz oder Blei, aus welch letzteren sich außer Bleivitriol und Weißbleierz die Minerale Laurionit (Pb[OH]Cl), Phosgenit, Fiedlerit (ein Bleioxychlorid), Penfieldit (Pb_3OCl_4), Matlockit (Pb_2OCl_2) und Hydrocerussit ($Pb[Pb.OH]_2[CO_3]_2$) gebildet haben.[2])

Von Petit Requin (Little Shark), einer der normannischen Inseln, beschreibt Henwood[3]) einen Gang, der unter dem Meere abgebaut worden war und in den später das Meer eingedrungen ist. Die Füllung zeigte ähnliche Reichtumszonen wie viele mexikanische und südamerikanische Silbererzgänge, nämlich oben Eisenoxyd, Chlorsilber, Silberglanz, Weißbleierz, Anglesit, Malachit, Azurit, darunter Rotgiltigerz, endlich in der Teufe Bleiglanz, Eisen- und Kupferkies.

Die praktische Bedeutung der katogenen Umwandlung der Lagerstätten. In der Regel sind die Ausstriche mehr oder weniger verändert. Es gelingt dann wohl, aus der Beschaffenheit des eisernen Hutes, aus seiner Mineralzusammensetzung, aus Pseudomorphosen und Auslaugungshohlräumen nicht nur auf die ursprüngliche Beschaffenheit des veränderten Lagerstättenteils, sondern auch auf die unveränderte der Lagerstätte in der Teufe Schlüsse zu ziehen. Bei Lagern wird letzteres noch am ehesten zulässig und möglich sein, weil sie immerhin eine ziemlich gleichbleibende mineralogische Zusammensetzung besitzen.

[1]) Chemische Veränderungen am Hildesheimer Silberfunde; Journ. f. prakt. Chemie; CXI, 1871, Neue Folge, III, 317—319.

[2]) vom Rath, Sitzungsber. Niederrh. Ges., XLIV (5), IV, 1887, 102—103, 149—158. — Lacroix, Les minéraux néogènes des scories athéniennes du Laurium; Compt. rendus CXXIII, 1896, 955—958.

[3]) Zitiert von Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 817.

Über die Beschaffenheit eines Ganges in der Teufe gibt der eiserne Hut nicht immer sichere Auskunft, weil sie, wie sich später noch zeigen wird, in verschiedenen Teufen schon von Anfang an eine verschiedene sein kann.

Zeigt der eiserne Hut z. B. Kupfersalze (Phosphate, Arseniate, Karbonate, Atacamit), Kupfer, Rotkupfererz, so wird man auf die Anwesenheit von Kupferkies zu schließen haben; Blei- und Zinksalze weisen mit großer Sicherheit auf Bleiglanz und Blende, Kobalt- und Nickelsalze auf Speiskobalt, Chloanthit, Gersdorffit, Ullmannit, Rotnickelkies hin (Kobaltin ist fast ausschließlich von Lagern bekannt). Die Eisenverbindungen des eisernen Hutes können von sehr verschiedenen Eisenerzen, Pyrit, Markasit, Siderit, Roteisenerz, auch von Kupferkies, auf Lagern von Magnetit oder Magnetkies herrühren; ebenso vielartig kann die Herkunft der Manganoxyde sein, welche meistens auf manganhaltige Karbonate, seltener auf Rhodonit, Bustamit und Manganblende hinweisen werden.

Wenn wertvollere Metalle und Metallsalze im eisernen Hute fehlen, der letztere also nur aus Eisen- und Manganoxyden besteht, so sind verschiedene Möglichkeiten in Erwägung zu ziehen:

1. Es können von Anfang an im ganzen Gange oder wenigstens in seinen oberen Regionen nur Eisen- und Manganverbindungen vorhanden gewesen sein.

2. Es waren vielleicht wohl edlere Erze anwesend, ihre Umwandlungsprodukte aber wurden gänzlich aus dem oberen Teil der Lagerstätte ausgelaugt und oberflächlich weggeführt.

3. Die neuentstandenen Verbindungen sickerten in Lösung nach der Tiefe und haben sich über dem Grundwasserspiegel konzentriert, der allerdings zeitweise tiefer gelegen haben kann, als jetzt.

Im Gangausstriche selbst gewährt nur das Vorhandensein von Metallen und Metallverbindungen, nicht aber deren Fehlen einige Auskunft über die in der Tiefe zu erwartende Zusammensetzung der Gangmasse. Es wäre voreilig, aus der Abwesenheit gewisser Metalle im Gangausstrich auch auf deren Fehlen in der Teufe schließen zu wollen.

Als ein Beispiel der ersten Art sind u. a. nach Ermisch[1]) die Roteisensteingänge am Knollen bei Lauterberg am Harz zu betrachten, welche, wiewohl sie neben Kupfererzgängen auftreten, doch bisher keine Anzeichen erkennen ließen, daß sie etwa die Ausstriche solcher seien.

Die zweite Möglichkeit darf theoretisch angenommen werden, ohne daß für dieselbe Beispiele angeführt werden könnten.

Von höchster Bedeutung ist der dritte Fall, nämlich die Konzentration der wertvollen Bestandteile des eisernen Hutes in der Teufe. Es ließen sich hierfür die schon S. 548—549 angeführten Beispiele nennen. Als ein weiteres möge die Kupferlagerstätte von Ducktown in Tennessee in Erinnerung gebracht werden (s. S. 312—313). Zu Leadville in Colorado ferner ist das Zink, welches sonst in der dortigen Karbonatzone des Ausstrichs fehlt, gegen die tiefere Sulfidregion der Lagerstätte reichlich vorhanden und dominiert an der Grenze der beiden Zonen.

[1]) Die Knollengrube bei Lauterberg am Harz; Ztschr. f. pr. Geol., 1904, 160—172.

Es scheint bei der Oxydation gelöst und nach unten gewandert zu sein.[1]) Wenn die Sulfide gold- und silberhaltig waren, so können die Edelmetalle bei der Umwandlung des Ausstrichs entweder an Ort und Stelle bleiben und als gediegen Gold und Silber, als Halogensalze des Silbers usw. in Erscheinung treten oder sie machen Umlagerungen und vertikale Wanderungen innerhalb des Gangraumes durch. Im ersteren Falle verschwinden oft der Kalkspat und die mehr oder weniger löslichen Umwandlungsprodukte der Blei-, Zink-, Kupfererze und anderer Verbindungen, und es wird sich zwar der Edelmetallgehalt der Kubikeinheit des anstehenden Gangmaterials nicht ändern, wohl aber derjenige seiner Gewichtseinheit zunehmen. Denn die Gangmasse ist durch die Auslaugungen leichter und löcherig geworden. Daß das Silber in der Ebene der Lagerstätte gewissermaßen versickert, ist in vielen Fällen als Tatsache erkannt worden. Sie wird ausdrücklich erwähnt von Lodin[2]) für Pontgibaud und Huelgoat, von Blow für Leadville, und aus der großen Reihe amerikanischer Gruben, welche dieser Erscheinung den Reichtum der den Sulfiden zunächst liegenden Gangzone verdanken, sei nur Guanajuato in Mexiko genannt. Dort „fängt die Erzführung erst bei 80 m Tiefe an und werden die Erze bei 400—500 m Tiefe so antimon- und bleihaltig, daß sie sich zur Amalgamation nicht mehr gut eignen".[3]) Ein anderes ausgezeichnetes Beispiel für die sekundäre Anreicherung des Silbers in dem unteren Teil eines eisernen Hutes ist die Lagerstätte von Broken Hill in Neusüdwales (s. S. 364—367). Eine intensive Anreicherung des Goldgehaltes im eisernen Hute, welche sich nur durch eine Lösung des Edelmetalles und eine Wiederausfällung desselben erklären läßt, zeigen u. a. viele australische Golderzgänge und vor allem derjenige von Mount Morgan in Queensland. Der Gehalt betrug dort noch im Jahre 1887 181,4, im Jahre 1902 nur noch 20 g in der Tonne. Die über der unveränderten Gangfüllung vor sich gehenden Anreicherungen sind wenigstens teilweise durch die Tatsache erklärbar, daß gewisse Sulfide edlere Metalle aus ihren Lösungen auszuscheiden vermögen, während zwischen Sulfiden und Metallsalzlösungen ganz allgemein Umsetzungen statthaben können. Soweit die nicht kristallisierten, im Laboratorium auf nassem Wege erhaltenen Sulfide in Betracht kommen, ist der Nachweis hierfür schon von Anthon[4]) erbracht worden, dessen Ergebnisse Schürmann[5]) bestätigt und ergänzt hat. Letzterer fand für die sulfidebildenden Metalle folgende Reihe, in der die Lösung eines Salzes jedes derselben die Sulfide aller dahinter stehenden entweder vollständig oder zum größten Teile zersetzt, das Sulfid eines vorhergehenden jedoch entweder ganz oder doch zum überwiegenden Teil unzersetzt läßt: Palladium,

[1]) Blow, The geology and ore-deposits of Iron Hill, Leadville, Col.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVIII, 1890, 145—181.

[2]) Étude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud; Ann. d. mines (9), I, 1892, 389—505, bes. 503. Danach Ztschr. f. pr. Geol., 1893, bes. 317—318.

[3]) v. Groddeck, Lagerstätten, 222.

[4]) Über die Anwendung der auf nassem Wege dargestellten Schwefelmetalle bei der chemischen Analyse; Journ. f. prakt. Chemie, X, 1837, I, 353—356.

[5]) Über die Verwandtschaft der Schwermetalle zum Schwefel; Liebigs Ann. d. Chem., CCXLIX, 1888, 326—350.

Quecksilber, Silber, Kupfer, Wismut, Cadmium, Blei, Zink, Nickel, Kobalt, Eisen, Thallium und Mangan. Selbstverständlich sind auch Ausfällungen durch andere Verbindungen, wie z. B. Karbonate, denkbar.

Eine sehr wichtige Folge der Bildung des eisernen Hutes besteht darin, daß die zersetzte Erzmasse in ganz anderer Weise nutzbar gemacht werden kann oder mindestens eine ganz andere Verhüttung erheischt als die unveränderte. Viele Schwefelkieslager sind in ihrem Ausstrich oxydische Eisenerze, während sie in der Tiefe zu Schwefelerz werden (z. B. in Nordamerika). Vor allem aber ist die katogene Umwandlung bedeutungsvoll für Silber- und Golderze. Gediegen Gold und Silber, Halogenverbindungen des Silbers und Silberglanz sind unmittelbar amalgamationsfähig, Rotgiltigerz und silberhaltiges Fahlerz wenigstens nach chlorierendem Rösten, die Tellurerze nach einfachem Rösten. Sie können also leicht und mit dem einfachsten Verfahren zugute gemacht werden und eignen sich sogar für den Kleinbetrieb. Mit dem Fortschritt in größere Teufen stellen sich sulfidische Erze ein, die eine kompliziertere und kostspieligere Zugutemachung erfordern. Schmelzprozesse mit Kohle, Extraktion mit Cyankali, größere und kostspieligere Anlagen, die Nähe von billigen Transportwegen, um die Erze aus einem kohlenlosen Gebiet zur Kohle und zur Verhüttung transportieren zu können, sind notwendig. Es war deshalb in früheren Jahrhunderten der Bergbau auf Edelmetalle in entlegenen Gegenden nur so lange ergiebig, als er sich in der edlen Region des eisernen Hutes bewegte; sobald man in die Teufe der Sulfide vorgedrungen war, kam er zum Erliegen. So konnte sich die Ansicht entwickeln, daß so viele, besonders amerikanische Silbererzgänge nach der Tiefe zu plötzlich vertaubten oder gar aufgehört hätten. Die gewinnbringende Ausbeutung vieler solcher verlassener Gänge ist erst in heutiger Zeit dem Großkapital möglich geworden. Man hat seit jeher im spanischen Amerika die pacos oder das metal calido[1]) von dem metal de quemar oder dem metal frio unterschieden. In Bolivia nennt man pacos die stark zersetzten Erze des Ausgehenden, negrillos die unzersetzten Schwefelverbindungen und mulattos diejenigen, welche den Übergang zwischen den beiden vermitteln.[2]) Im englisch redenden Amerika und in Australien unterscheidet man das unmittelbar amalgamationsfähige Erz als free milling ore von dem sulfidischen, dem refractory oder rebellious[3]) ore.

Ein deutsches Bergmannssprichwort sagt:

„Es tut kein Gang so gut,
Er hat (denn) einen eisernen Hut.“

Und die Engländer drücken das folgendermaßen aus:

„A lode will ne'er cut rich and fat,
Unless it have a iron hat,“

oder

„Gossan rides a high horse.“

---

[1]) calido = hitzig, brünstig, nämlich zur Vereinigung mit Quecksilber; quemar = verbrennen, verhütten; frio = kalt, unzugänglich, spröd, dem Quecksilber gegenüber.

[2]) Stelzner, Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias; Ztschr. d. d. geol. Ges., XLIX. 1897, 83.

[3]) refractory und rebellious so viel wie widerspänstig.

Aus dem vorigen ergibt sich, daß einerseits ein reicher eiserner Hut keineswegs immer beweist, daß auch die Lagerstätte selbst reich sein muß, und Beispiele wie Broken Hill zeigen andererseits, daß sogar bis in große Teufen hinabreichende taube Ausstriche mitunter einen ungeahnten Reichtum an sekundären Erzen bedecken können.

Umwandlungen von Erzgängen durch Kontaktmetamorphose sind bisher noch selten beschrieben worden. Sie würden sicherlich ein ganz besonderes Interesse verdienen. Wohl am bekanntesten sind solche Erscheinungen aus dem Siegerland. Die dortigen Eisensteingänge führen in ihren oberen Teufen Brauneisenerz, in ihren tieferen Spateisenstein und treten zuweilen in Kontakt mit Basaltgängen. So schleppt sich zu Horhausen bei Altenkirchen im Regierungs-Bezirk Koblenz ein Basaltgang mit dem Erzgang der Grube Luise und durchsetzt ihn mehrfach, wobei der Spateisenstein in polarmagnetischen Magnetit,[1]) der Limonit in jaspisähnlichen Toneisenstein mit rotem Strich umgewandelt ist. Die Umwandlung erstreckt sich nur auf wenige Zentimeter vom Kontakt.[2]) In ganz ähnlicher Weise wird der Spateisensteingang Alte Birke bei Siegen von einem 0,2—1 m mächtigen Basaltgang begleitet; an den Scharungspunkten ist der Brauneisenstein der oberen Teufen und der Spateisenstein der tieferen Horizonte 10—15 cm weit, auf den Durchsetzungspunkten 2—5 cm weit zu körnigem bezw. mulmigem Magnetit umgewandelt. Die Kupfererze sollen nach Schmidt und Jung zuweilen „verschlackt" sein.[3])

Es ist durchaus wahrscheinlich, daß es alte Erzgänge im Kontakthof jüngerer Granitdurchbrüche gibt. Darüber, wie solche durch Stoffzufuhr und -Umlagerung verändert sein könnten, liegen bis jetzt noch keine Beobachtungen vor.

Anhangsweise soll noch von den nicht selten **auf Gängen hervorbrechenden Gasen** die Rede sein, welche sich durch Verschlechterung der Luft („Wetter"), durch Erlöschen der Lichter usw. bemerkbar machen und manchmal wohl im Zusammenhang mit Mineralumwandlungen stehen. Über die Verschlechterung der Wetter auf zahlreichen erzgebirgischen Gruben, wahrscheinlich infolge des Einflusses kohlensäurehaltiger Quellen und Exhalationen, macht H. Müller[4]) verschiedentliche Mitteilungen. Auf den Gängen von Pranal bei Pontgibaud im Dep. Puy de Dôme finden, wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Nähe des erloschenen Vulkans von Chalusset, Kohlensäureausströmungen statt.[5]) Im Jahre 1875 ereignete sich auf Himmelsfürst eine ziemlich starke Ausströmung eines für Kohlensäure gehaltenen Gases. Auf dem der edlen Bleiformation angehörenden Johannis-Stehenden (in Bauen über der $^1/_2$ 5. Gezeugstrecke) brannten vor frisch angeschossenen Drusen die Lichter nicht, und besonders schlecht waren die Wetter am Montag, nachdem am Sonntag der Betrieb ausgesetzt war. Auf dem Kreuz des Johannis-Stehenden mit dem Seidenschwanz-

---

[1]) Wolf, Bergrevier Hamm a. d. Sieg, 1885, 66—67.

[2]) v. Groddeck, Lagerstätten, 191.

[3]) F. W. E. Schmidt, Die Basaltgänge in dem rheinisch-westfälischen Schiefergebirge oder nordwärts der Basaltregion des Westerwaldes und in der Umgebung des Siebengebirges; Karst. Arch., XXII, 1848, 103—205, bes. 152 ff. u. 180. — Jung, Verh. naturh. Vereins d. preuss. Rheinl. u. Westf., XV, 1858, 203—210. — Siehe auch Busz, Über die Umwandlung von Spateisenstein in Magneteisen durch Kontakt an Basalt; Centralbl. f. Min., 1901, 489—494.

[4]) Über die Beziehungen zwischen Mineralquellen und Erzgängen im nördlichen Böhmen und in Sachsen; Cottas Gangstudien, III, 287, 302.

[5]) Lodin, Étude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud; Ann. d. Min. (9), I, 1892, 421—422; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 510.



Flachen, etwa 100 m davon entfernt, fanden sich auf der $^1/_2$5. und 6. Pseudomorphosen von Schwefelkies nach Silberglanz und in den zuerst erwähnten Bauen viel angeätzte und zerfressene Kalkspatkristalle. Über eine Exhalation von Kohlensäure auf einen mächtigen kiesführenden Quarzgang bei Massa Marittima (Toskana) berichtet Rocco.[1]) „Die hangende Lettenkluft (im Salband desselben) bringt bei den Grubenbauen oft Wasserzuflüsse; auch scheint sie den schlechten Wettern als Ansammlungsort zu dienen. Letztere bestehen vorzugsweise aus Kohlensäure, welche sich vermutlich durch Einwirkung der sauren, durch Oxydation der Kiese entstandenen Wasser auf den Kalkstein bildet", der zugleich mit Tonschiefer das Nebengestein des Ganges ausmacht.

Das Austreten brennbarer Gase ist gleichfalls verschiedentlich beobachtet worden. Le Neve Foster[2]) macht über solche Ausströmungen auf der Van Mine bei Llanidloes in Montgomeryshire (Wales) nähere Mitteilung. Der in silurischem Tonschiefer aufsetzende Gang führt reichlich Bleiglanz und Zinkblende, daneben etwas Eisenkies, Markasit und Kupferkies, Quarz und etwas Kalkspat. Fast überall, wo der Gang angefahren wurde, quillt mit Wasser unter Geräusch ein leichtes Kohlenwasserstoffgas und wahrscheinlich auch etwas Schwefelwasserstoff hervor, deren reichliches Ausströmen die Bergleute als ein günstiges Anzeichen für Bleiglanz betrachten. Zuweilen wurde das Gas in solchen Massen angetroffen, daß schwache Explosionen statthatten und Haar und Bart der Arbeiter versengt wurden. Ein merkwürdiger Gasausbruch hat sich in der Grube von Silver Islet am Lake Superior ereignet. Der dortige Gang führt gediegen Silber, Silberglanz, Fahlerz, Bleiglanz, Blende und etwas Kobalt- und Nickelerze mit Calcit als Gangart und durchschneidet algonkische Schiefer, Gabbro und Norit. Daneben kommen auch nicht unbeträchtliche Mengen von Graphit vor. Nur innerhalb jener beiden letzteren Gesteine ist der Gang erzführend.[3]) Auf dem 8. Horizont, d. i. etwa 450 m unter Tage, wurde eine Druse angeschossen, die Wasser und brennbare Gase enthielt. Letztere gaben zunächst große Flammen und brannten weiterhin einige Zeit mit einer Flamme von einem Fuß Länge. In ähnlicher Weise hat man auf der Grube Churprinz Friedrich August (Freiberg) im Jahre 1821, als lange Jahre hindurch verspündete Strecken wieder zugänglich gemacht wurden, brennbare Wetter (angeblich Wasser- oder Schwefelwasserstoff?) konstatiert.[4]) Nach Reich entzündeten sie sich und brannten kurze Zeit wie ein Feuerstrom an der Firste 10—12 m weit fort. Reich meint, daß sich die Gase während des jahrelangen Verschlusses durch die Einwirkung von Sulfaten auf das Grubenholz entwickelt hätten. Kohlenwasserstoffentwickelung ist auf den Quecksilbererzgängen Kaliforniens eine häufige Erscheinung; wenigstens stellenweise dürfte sie zu dem Auftreten bituminöser Substanzen in der Lagerstätte selbst in Beziehung stehen.

[1]) vom Rath, Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXV, 1873, 131.

[2]) Notes on the Van Mine; Transact. Roy. Geol. Soc. of Cornwall, LXVI. Ann. Rep., 1879, 36—37.

[3]) Kemp, Ore deposits, II. Aufl., 1900, 283—284. — Macfarlane, Silver Islet; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VIII, 1880, 241—242.

[4]) Reich, Beobachtungen über die Temperatur des Gesteines, Freiberg 1834, 156.

Weitere Literatur über das Auftreten brennbarer Gase auf Erzgruben: Daubrée, Sur des dégagements de gaz inflammables observés dans des gîtes métallifères; Ann. d. Mines (4), XIV, 1848, 33—38. — Tittel, Das Vorkommen schädlicher Gase beim Erzbergbau; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLI, 1882, 225—227. — Haupt (Brennbare Gase zu Monte Catini); ebenda XLVII, 1888, 97. — Lodin, Note sur des dégagements de gaz inflammables survenus dans des mines métalliques, notamment dans celle de Pontpéan; Ann. d. mines (9), VIII, 1895, 40—105. Danach Berg- u. Hüttenm. Ztg., LV, 1896, 206—207.

Zum Teil mögen die auf Gängen ausströmenden Gase von Quellen herrühren, die den Spalten zusitzen; in bitumenhaltigem Nebengestein, besonders in bituminösen Kalksteinen und Dolomiten mögen flüchtige Kohlenwasserstoffe aus solchen frei werden. Einer anderen Ursache als der Anwesenheit von Gasen schreibt Auberry Straham[1]) die Explosionen zu, welche sich auf Erzgängen von Derbyshire ereignen und schon seit 1734 beobachtet sind. Die betreffenden Gänge führen Bleiglanz, Calcit, Fluß- und Schwerspat. Die Füllmasse ist durch Rutschflächen in mehr oder weniger senkrecht stehende Platten zerteilt, und wenn solche mit der Pike angeschlagen oder geritzt werden, so zerspringen sie explosionsartig und die Stücke werden häufig mit solcher Gewalt umhergeschleudert, daß Unglücksfälle entstehen können. Diese Erscheinungen werden durch die Annahme molekularer Spannungen erklärt, welche ihrerseits eine Folge des gewaltigen, die Rutschflächen erzeugenden Druckes sind.

III. Die Erzformationen.

(Gangformationen. Gangtypen. Typen.)

Schon früher wurde auf die strukturellen Unterschiede zwischen den Hohlraumausfüllungen und den sedimentären Erzmassen aufmerksam gemacht; es wurde auch bereits darauf hingewiesen, daß der mineralische Bestand der Lager nicht nur ein viel einförmigerer, sondern auch ein viel gleichbleibenderer ist als derjenige der Erzgänge. Was den letzteren Gesichtspunkt betrifft, so sind gewisse Mineralkombinationen, wie z. B. die von Gold, Antimonglanz und Quarz, ferner Bleiglanz, Zinkblende, Eisenkies, Quarz, Schwerspat und Flußspat, oder Quarz, Topas, Apatit, Flußspat, Zinnerz und Wolframit, überhaupt nur auf Gängen bekannt geworden. Es ergibt sich weiterhin, daß bestimmte Mineralkombinationen, in welchen sich gewisse, schon früher angedeutete paragenetische Gesetzmäßigkeiten äußern, im gleichen Revier im allgemeinen nicht auf einen einzigen Gang beschränkt sind, daß vielmehr in den meisten Fällen mehrere, häufig noch dazu untereinander parallele Gänge die gleiche Füllung aufweisen; ferner zeigt die Erfahrung, daß gewisse, innerhalb engerer oder weiterer Grenzen konstante Mineralkombinationen in weit voneinander entlegenen Gegenden wiederkehren können. Treten in demselben Reviere Gänge von verschiedener Streichrichtung auf, so hat wohl auch manchmal die Füllung der in dem einen und der in anderem Sinne verlaufenden Gänge einen verschiedenen Charakter. So sind zu Freiberg die Gänge der kiesigen Bleiformation (mit Quarz, Bleiglanz, Blende, Pyrit, Arsenkies und Kupferkies) stehende, d. i. etwa N.—S. streichende, während diejenigen der barytischen Bleiformation (mit Baryt, Flußspat, Quarz, Bleiglanz, Eisen- und Kupferkies) in hora 6—9 streichen. Doppelgänge zeigen sehr oft eine Ausfüllung durch zwei Mineralkombinationen. Der kiesigen Bleiformation kommt ferner zu Freiberg ein höheres Alter zu als der barytischen, wie sich regelmäßig bei Kreuzungen der beiden Gangsysteme und in Doppelgängen zeigt. Dabei kann das Altersverhältnis der beiden Kombinationen an verschiedenen Orten ein ganz verschiedenes sein.

[1]) Philipps and Louis, Ore deposits, II. Aufl., 1896, 283. — Straham, On explosive slickenslides; Geol. Mag. (3), IV, 1887, 400–408; Ref. N. Jahrb., 1888, II, – 265 –.



Abgesehen von lokalen Beeinflussungen der Gangfüllungen durch den Wechsel des Nebengesteines hat die petrographische Beschaffenheit des letzteren doch keinen allgemein bestimmenden Einfluß auf die Möglichkeit dieser oder jener Mineralkombination. Wenn auch manche Mineralgesellschaften noch nicht in allen Nebengesteinen nachgewiesen worden sein sollten, so ist es doch ein Erfahrungssatz, daß sämtliche Mineralkombinationen auch in sämtlichen Gesteinen gangförmig auftreten können. So findet sich z. B. die barytische Bleiformation in Freiberg im Gneis, im französischen Zentralplateau im Granit und Keupermergel, zu Bleiberg in Kärnten im triasischen Kalkstein, zu Monte Narba an der Ostküste Sardiniens bei Sarrabus im silurischen Tonschiefer. Da, wie sich später zeigen wird, gewisse Erze im genetischen Zusammenhang mit bestimmten Eruptivgesteinen stehen, wie z. B. die vorhin erwähnte Kombination von Zinnerz mit Wolframit zu Granit, so werden manche Nebengesteine vorzugsweise die Träger solcher Erze und derjenigen Gangarten sein, welche diese erfahrungsgemäß begleiten.

Aus vielen Beobachtungen ergibt sich, daß es sich bei den in Rede stehenden, vielfach bis in die feinsten Eigentümlichkeiten sich wiederholenden Mineralkombinationen nicht um einen bloßen Zufall, sondern um den Ausdruck gewisser chemischer und physikalischer Zustände und Vorgänge handelt, deren eigentliches Wesen allerdings noch so gut wie unbekannt ist. Man könnte deshalb daran denken, jene paragenetischen Gesetzmäßigkeiten in ähnlicher Weise zur Systematisierung der Gangfüllungen zu benutzen, wie das seit langem in der Petrographie geschieht. Dafür sind aber jene Gemenge von Erzen und Gangarten in quantitativer Hinsicht doch wieder zu wenig beständig, und während bei den Gesteinen eine regelmäßige Durchmischung ihrer Bestandteile das Gewöhnliche und Charakteristische ist, während schon die Handstücke, meistens sogar schon Splitter sämtliche mineralogische Elemente des Gesteines erkennen lassen, ist die Verteilung der Gemengteile einer Gangfüllung in der Regel eine grobe und unregelmäßige. Vor allem aber fehlen den Gangstufen und der ganzen Gangfüllung gewisse Gesetzmäßigkeiten in der chemischen Zusammensetzung, welche den Eruptivgesteinen eigentümlich zu sein pflegen. In den letzteren ist die Zahl der Hauptbestandteile eine geringe, und das Vorwalten des einen pflegt die Menge eines anderen im positiven oder negativen Sinne zu beeinflussen, so daß z. B. ein hoher Kieselsäuregehalt in der Regel gleichbedeutend mit einem hohen Kali- und einem niedrigen Kalk- und Magnesiagehalt ist. Nichts spricht dafür, daß für die Gangfüllungen ähnliche Gesetzmäßigkeiten bezüglich der quantitativen Zusammensetzung herrschen. Es hat deshalb seinen guten Grund, wenn man diese Mineralkombinationen nicht mit den massigen Gesteinen vergleicht. Immerhin hat man sie schon lange Zeit voneinander als Formationen oder Typen unterschieden.

Werner[1]) stellte 1791 für das Freiberger Gebiet acht „Gangerzformationen" und drei weitere problematische auf, nämlich:

[1]) Neue Theorie, 224—251.

1. Die ältere Bleiformation.
2. Die Silber- und Bleiformation.
3. Die Blei- und Kiesformation.
4. Die jüngere, silberarme Bleiformation.
5. Die Silber- und Kobaltformation auf Gangkreuzen.
6. Die Rotgiltig- und Arsenformation auf Gangkreuzen.
7. Die Roteisensteinformation.
8. Die Kupfererzformation.
9. Die quarzige Rotgiltigformation.
10. Die Spießglasformation.
11. Die Scharfenberger Blei- und Silberformation.

v. Herder (1838)[1]) erkannte für Freiberg nur fünf Formationen an, nämlich:

1. Die kiesige Bleiformation (Werners 1 u. 3).
2. Die edle Bleiformation (Werners 2).
3. Die edle Quarzformation (Werners 9).
4. Die barytische Bleiformation (Werners 4).
5. Die Kupferformation (Werners 8).

Freiesleben (1845)[2]) teilt die sächsischen Erzgänge in nicht weniger als 50 Formationen, indem er nicht nur auf die Art der Mineralkombinationen, sondern auch auf die verschiedenen Strukturen Rücksicht nimmt.

Breithaupt (1849)[3]) hat 20 Gangformationen unterschieden, zu denen er allerdings auch die Schwarzenberger Lager zählte:

1. Pyroxen-Granat-Pyrit-Blendeformation.
2. Titanformation.
3. Zinn- und Scheelformation.
4. Edle Quarzformation.
5. Pyritische Blei- und Zinkformation.
6. Klinoëdritische Blei- und Zinkformation.
7. Eisenspatformation.
8. Kupferformation.
9. Antimonformation.
10. Mangan- und Eisenformation.
11. Fluor- und Barytformation.
12. Kobalt- und Nickelformation im allgemeinen.
13. Ältere Kobaltformation in Chile.
14. Jüngere Kobalt-Nickelformation.
15. Barytische Blei- und Zinkformation.
16. Barytische Kupferformation.
17. Formation der edlen Geschicke.
18. Barytische Merkurformation.
19. Zeolithformation.
20. Phosphatformation.

v. Cotta nennt (1859)[4]) im ganzen 28 „Erzkombinationen“, von denen nach ihm allerdings etwa ein halbes Dutzend nicht auf Gängen vorkommen.

v. Groddeck (1879)[5]) ordnet die Spaltenfüllungen in 26, die Höhlenfüllungen in 7 „Typen“ ein, welche nach dem Ort ihres bekanntesten Vorkommens benannt werden. Der hauptsächlichste Nachdruck wird von ihm auf das geologische Vorkommen und auf die verschiedene Natur des begleitenden Nebengesteines gelegt.

Der Wert einer rein mineralogischen Einteilung der Gangfüllungen ist ein um so größerer, je einfacher sich dieselbe gestaltet und je weiter man die einzelnen Gruppen faßt. Zunächst können für eine Erzformation nur diejenigen Erz- und Gangarten als charakteristisch gelten, welche im wesentlichen durch einen und denselben Mineralabsatz entstanden, also gleich alt und unter gleichen

[1]) Der tiefe Meißner Erbstollen, 1838, § 7, 14—20.

[2]) Die sächsischen Erzgänge; Mag. f. d. Oryktographie v. Sachs., 1843—1845, 1—3. Extraheft.

[3]) Paragenesis der Mineralien.

[4]) Erzlagerstätten, I, 1859.

[5]) Lagerstätten.

Umständen gebildet sind. Man hat also von späteren und nur lokal auftretenden Einwanderungen auf Gangkreuzen und Doppelgängen und von späteren Umwandlungen abzusehen. Besondere Schwierigkeiten stellen sich der sicheren Einordnung in eine Formation darum entgegen, weil die Gangfüllung häufig einen unbeständigen Charakter besitzt, im Streichen und Fallen die Mineralkombinationen ineinander übergehen können. So gehören die Gänge von Himmelsfürst in den oberen Teufen der edlen Bleiformation, in den unteren der kiesigen Bleiformation an. Die Gänge des Siegerlandes enthielten in den oberen Teufen Bleiglanz, Blende und Kupfererze, während sie jetzt fast reine Spateisensteingänge sind.[1])

Manchmal treten die Erze ganz zurück und es verbleiben fast nur Gangarten, welche allerdings bei großer Gangmächtigkeit Gegenstand eines lohnenden Bergbaues sein können, wie Gänge von Flußspat (Straßberg, Stolberg im Harz), Spateisenstein (Siegerland), Apatit (Norwegen) und Schwerspat (Mitteldeutschland). Manchmal fehlt von einer Mineralgenossenschaft nur das Erz, welches sonst den Hauptgegenstand des Gewinns ausmacht, während andere nebensächlichere Bestandteile vorhanden sind, wie etwa auf manchen Flußspat-Wolframgängen, denen mehr oder weniger das Zinnerz fehlt.

Der Begriff der „Formation" ist also ein unbestimmter und schwankender, und eine scharfe Abgrenzung und streng systematische Gruppierung der Formationen ist nicht möglich, zumal für den Bergmann sehr häufig nur das quantitativ Untergeordnete (wie z. B. Gold!) von Wichtigkeit ist. So wird man einen Gang, welcher Gold und Silber im Gewichtsverhältnis 1 : 10 enthält, mit gewissem Rechte als einen Goldgang bezeichnen dürfen, weil das Wertverhältnis zwischen den beiden Edelmetallen etwa 1 : 40 ist und häufig jener quantitativ geringe Goldgehalt allein die Erzgewinnung lohnt.

Je nach dem im Laufe der Zeiten wechselnden Wert der gemeinsam an einer Gangfüllung beteiligten Metalle wird ein und derselbe Erzgang auch eine wechselnde bergmännische Bedeutung erfahren. So hat sich mit dem Preissturz des Silbers die wirtschaftliche Rolle der silberhaltigen Bleiglanzlagerstätten geändert. In Oberungarn sind früher die Gänge von Bindt und Kotterbach auf Kupfererze abgebaut worden, heute liegt ihre Hauptbedeutung in ihrer Spateisensteinführung; weil aber ihre Mineralführung qualitativ ganz mit derjenigen solcher übereinstimmt, die man nur als Kupfererzgänge bezeichnen darf, so müssen sie mit solchen zugleich behandelt werden. Zinnerzgänge dienen heute vielfach hauptsächlich der Wolframitgewinnung; ihr mineralogisches Wesen und ihre geologische Bedeutung wird aber immer am besten gekennzeichnet, wenn sie mit den Gängen der gemeinen Zinnerzformation zusammengestellt werden.

Trotz aller solcher Unsicherheiten kommt der Gliederung der Gangfüllungen in Formationen, wenn sich dieselbe nicht in Kleinlichkeiten verliert, immerhin ein hoher wissenschaftlicher und auch praktischer Wert zu: sie führt uns die Tatsache gewisser, bisher freilich noch wenig aufgeklärter, chemischer Gesetzmäßigkeiten vor Augen, bietet aber auch dem Bergmann im unbekannten

[1]) Weitere Beispiele werden in einem späteren Abschnitte behandelt werden.

Felde allein die Anhaltspunkte für einige Beurteilung der qualitativen Beschaffenheit der erschürften Erze. Manchmal genügt dazu schon eine Gangstufe.

In manchen Fällen scheint die Kombination der Mineralien eine Mischung zweier Formationstypen zu sein. Eine genauere Untersuchung stellt dann nicht selten fest, daß tatsächlich die Produkte zweier Bildungsvorgänge den gleichen Spaltenraum bezogen haben. Solches kann der Fall sein in der Nähe von Gangkreuzen, auf Doppelgängen und überhaupt, wenn die Absätze einer früheren Gangfüllung von einem jüngeren Erzabsatz imprägniert oder sogar teilweise verdrängt worden sind, wie sich zuweilen aus Pseudomorphosen deutlich erkennen läßt.

Von hohem theoretischen Interesse wäre die genauere Feststellung, in welchen Mengenverhältnissen die einzelnen an den Gangfüllungen beteiligten Stoffe, sowohl wertlose wie wertvolle, auftreten. Bis zu einem gewissen Grade kann dies an der Hand der lange Jahre umfassenden Produktionstabellen geschehen, soweit diejenigen Mineralien, auf deren Gewinnung der Abbau gerichtet war, also hauptsächlich die Erze, in Betracht kommen. Da aber die Art der lokalen Konzentration der Erze, die schwankenden Preisverhältnisse und der von Material und Technik abhängige Grad der Gewinnbarkeit (z. B. bei der Aufbereitung) jeweils die Menge der Produktion beeinflussen, so gibt diese im allgemeinen kein vollständiges Bild von dem Verhältnis der Stoffkonzentrationen im Gang.

Im nachstehenden soll aus der ungeheuren Menge der gangförmigen Lagerstätten eine Anzahl mehr oder weniger bekannter in mineralogischer und geologischer Hinsicht beschrieben werden. Unter Anlehnung an die schon auf S. 527 gegebene Einteilung soll der Schilderung die folgende Reihenfolge zugrunde gelegt werden:[1])

I. Hydatogene Erzgänge.

A. Primäre Füllung oxydisch.

1. Roteisen- und Braunsteingänge.
2. Gänge von Nickelhydrosilikaten.

---

[1]) Stelzner hatte die Gangformationen unter Anlehnung an ein schon von Élie de Beaumont gegebenes Prinzip folgendermaßen eingeteilt:

I. Primäre oxydische Erze vorwaltend.
- A. Oxydische Erze. Keine Bor- und Fluormineralien.
  - 1. Eisen. 2. Mangan.
- B. Oxydische Erze. Mit Bor- und Fluormineralien.
  - 3. Zinn. 4. Titan.

II. Sulfidische Erze vorwaltend.
- C. Mit oder ohne oxydische Erze; mit Bor- und Fluormineralien.
  - 5. Turmalin-Kupfer (-Zinn, -Wismut).
- D. Mit oder ohne oxydische Erze; ohne Bor- und Fluormineralien.
  - 6. Mannigfache Metalle, fast nie Zinn.

Abgesehen von den hieraus erkennbaren Änderungen ist bei der Ausarbeitung der folgenden Einzelbeschreibungen möglichst die von Stelzner durchgeführte Gliederung und Anordnung der Gangformationen beibehalten worden.

B. Die primären Erze bestehen hauptsächlich aus Schwefel-, Arsen-, Antimon- und ähnlichen Verbindungen, manchmal mit gediegenen Metallen.

3. Golderzgänge.
4. Silbererzgänge.
5. Blei- und Zinkerzgänge.
6. Kupfererzgänge.
7. Nickel-Kobalterzgänge.
8. Wismuterzgänge.
9. Antimonerzgänge.
10. Arsenerzgänge.
11. Quecksilbererzgänge.

II. Pneumatolytisch-hydatogene Erzgänge.

12. Zinnerzgänge.
13. Turmalin-Kupfererzgänge.
14. Turmalin-Golderzgänge.
15. Titanerzgänge.

III. Injektionslagerstätten.

16. Injizierte Kies-, Blende- und Bleiglanzmassen.

I. Hydatogene Gänge.

(Normale Erzgänge.)

A. Gänge von vorwaltenden oxydischen Erzen.

1. Roteisen- und Braunsteingänge.

Eisen und Mangan sind treue Genossen, und die Oxyde beider finden sich demnach in mehr oder weniger schwankenden Verhältnissen auch auf den Erzgängen vereinigt. In ihren Extremen können die letzteren als besondere Typen bezeichnet werden, im großen ganzen ist aber eine Trennung der oxydischen Mangan- und Eisenerzgänge nicht durchführbar; schon Breithaupt hat daher auch keine besondere Roteisenstein- von einer Manganformation unterschieden.

Manganerze[1] sind: Pyrolusit und Polianit (beide MnO_2), Psilomelan (MnO_2 mit H_2O, BaO, K_2O usw.), Manganit ($MnOOH$), Braunit (Mn_2O_3), Hausmannit (Mn_3O_4).

Eisenerze sind: Eisenglanz, Roteisenerz (Eisenrahm, roter Glaskopf, Fe_2O_3); sekundär Brauneisenerz, brauner Glaskopf ($Fe_4O_3[OH]_6$).

Als Gangarten sind zu nennen: a) Quarz (Amethyst, Hornstein, Jaspis, Eisenkiesel), Chalcedon und Opal; besonders gern bei vorherrschendem Eisen. b) Baryt, gleichfalls besonders bei vorherrschendem Eisen. c) Siderit, Kalkspat, Braunspat.

a) Roteisen- und Brauneisensteingänge.

Mit den Roteisensteingängen sollen gewisse Brauneisensteingänge besprochen werden, wenn es allerdings auch ziemlich sicher ist, daß diesen als sekundären Auslaugungs- oder Umwandlungsprodukten über dem Grundwasserspiegel eine selbständige Stellung unter den Erzgängen nicht zukommt. Dagegen sollen die Spateisensteingänge späterhin im Anschluß an die sideritischen Kupfererzgänge behandelt werden; denn trotzdem diese in technischer Hinsicht viel wichtiger sind als die übrigen Eisenerzgänge, so tritt hier doch der weiter oben erwähnte Fall ein, daß die Gangart zum Erz, das weniger wertvolle und

[1]) Siehe auch S. 239.

quantitativ zurücktretende Kupfererz aber nebensächlich wird. In den ungarischen Spateisensteingruben des Zipser Komitats (Bindt, Kotterbach) ist tatsächlich früher das Kupfererz Hauptgegenstand der Gewinnung gewesen.

Besonders die Roteisensteingänge sind weit verbreitet, indessen jetzt nur mehr von geringer technischer Bedeutung. Ihre Unterscheidung von tiefreichenden eisernen Hüten ist nicht immer leicht. Zahlreich kommen solche vor, welche man mit einiger Bestimmtheit auf eine Auslaugung eisenhaltigen Nebengesteines längs Klüften zurückführen kann.

Die in früherer Zeit abgebauten Eisensteingänge der Gegend von Andreasberg im Harz hat Credner[1]) geschildert. Sie führen Roteisenstein, roten Glaskopf und etwas Eisenglanz, setzen in Granit oder am Kontakt zwischen Granit und Hornfels auf und zeigen sehr verschiedenes Streichen und recht wechselnde Mächtigkeit. Ihre Verbreitung fällt außerhalb des Gebietes der Silbererzgänge besonders in die nordwestliche, nördliche und östliche Umgebung der Bergstadt.

Südwestlich von Andreasberg liegt die Eisensteingrube am Knollen bei **Lauterberg.** Sie gehört zu dem recht weit ausgedehnten, diesen Ort umgebenden Ganggebiet, in welchem in früherer Zeit die später zu besprechenden Kupfererzgänge abgebaut wurden und jetzt noch genetisch damit wohl verwandte Schwerspatgänge in Gewinnung stehen. Der von der Knollengrube abgebaute Gang ist nach Ermisch[2]) ein echter Roteisensteingang, verschieden von einem spitzwinklig dazu streichenden und flacher einfallenden benachbarten Kupfererzgang. Die Füllung des ersteren besteht nur aus Roteisenstein (Glaskopf) und Schwerspat, seine Mächtigkeit beträgt im Mittel 1 m; das Erz ist frei von Phosphor, Schwefel und Kupfer und arm an Mangan. Das Nebengestein des Ganges bilden Grauwacken.

Roteisensteingänge sind früher in der Gegend von **Zorge** im Unterharz abgebaut worden. Sie sind gebunden an Diabase. Die $^1/_2$—1 m mächtigen Gänge führen viel Braunspat, manchmal aber nur dichten Roteisenstein, z. T. als Glaskopf; daneben tritt Eisenglanz auf. In Drusen finden sich Kristalle von Braunspat, Kalkspat, Quarz und Eisenglanz; das Erz ist stark kieselig und selbst der dichte Roteisenstein mit 6—8 $^0/_0$ Kieselsäure durchmengt. Das Verhältnis zwischen dem Nebengestein und den Gängen ist ein so inniges, daß v. Groddeck annimmt, die letzteren seien nur durch Auslaugung des ersteren entstanden. In der Tat verlieren sich die Gänge stellenweise in zersetzter, eisenschüssiger Diabasmasse oder bilden bis zu 4 m mächtige Trümerkomplexe, in denen das Erz mit samt dem Nebengestein hereingewonnen wurde. Nähere Angaben, besonders über die Gänge im Diabas des Kirchberges im Kastental, hat Beyrich[4]) gemacht.

Im Porphyrit des mittleren Rotliegenden bei Ilfeld am Harz setzen einige Meter mächtige Gänge auf, deren Füllung aus Schwerspat, Roteisenstein (toniger Roteisenstein und Glaskopf) und an den Salbändern häufig aus roten, eisen-

[1]) Geognostische Beschreibung des Bergwerks-Distriktes von St. Andreasberg; Ztschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., XVII, 1865, 208—211.

[2]) Die Knollengrube bei Lauterberg am Harz; Ztschr. f. prakt. Geologie, 1904, 160—172.

[3]) Erl. z. geol. Specialkarte von Preußen, Blatt Zorge, 1870, 11—12. — v. Groddeck, Erzlagerstätten, 153.

[4]) Beyrich, Erl. zu Blatt Nordhausen der geol. Specialkarte von Preußen, 1870, 9—10, nach O. Schilling.



schüssigen Letten besteht. Sie sind früher abgebaut worden, konnten aber selten bis zu einer größeren Teufe als 40 m verfolgt werden.

In ähnlicher Weise unregelmäßig wie die Zorger Erzgänge sind auch die des **sächsischen Vogtlandes** zwischen Stenn bei Zwickau und Christgrün. Bei Stenn unterscheidet man nach Dalmer[1]) dreierlei verschiedene, durch Übergänge miteinander verknüpfte Typen von Eisenerzgängen:

1. Gangartige Massen, aus Rot- oder Brauneisenstein, Hornstein, Eisenkiesel und Bruchstücken des Nebengesteines bestehend, welche auf der Kontaktgrenze von Diabas- und Tonschiefergesteinen aufsetzen und bis zu 6 m mächtig werden (Grube Neugeboren Kindlein). Die Analysen zeigen 30—36 Eisen, 1,20 Mangan, Spuren von Kupfer, 0,13 Phosphorsäure.

2. Lagerartige, unregelmäßig begrenzte Partien von kieseligem Brauneisenstein und stark mit Eisen imprägniertem untersilurischen Kieselschiefer. Die Mächtigkeit dieser zuletzt auf Grube Isolde abgebauten Massen schwankt zwischen 0,6 und 1,2 m, der Phosphorsäuregehalt des Erzes beträgt 1,4 %. Zu bemerken wäre das gelegentliche Vorkommen von Kraurit.

3. Mitten im stark zersetzten untersilurischen Diabas treten bald vereinzelt, bald sehr zahlreich vielfach verzweigte Trümer, Nester oder Butzen von Brauneisenstein auf, die namentlich in der Nähe der Kontaktgrenze gegen den Schiefer oder längs durchsetzender Klüfte beträchtliche Ausdehnung und Mächtigkeit erreichen und sich gangzugartig aneinander reihen (Grube Frisch Glück bei Stenn). Auf Grund von Analysen suchte Dalmer nachzuweisen, daß diese kieseligen Eisenerze, welche beiläufig 0,5 % Titansäure enthalten, nur durch eine Auslaugung des zu erdigem Mulm verwitterten Diabases entstanden sein können. Der Eisengehalt dieser Lagerstätten ist etwa 35 %, der Phosphorgehalt ziemlich groß.

Anderer Art sind die zahlreichen **erzgebirgischen** Eisenerzgänge in der Gegend von Schwarzenberg, Johanngeorgenstadt und Eibenstock, welchen Oppe[2]) eine ausführliche Schilderung gewidmet hat. Die Gänge sind bald an Granit, seltener an kristalline Schiefer gebunden, bald liegen sie auf Verwerfungsspalten zwischen beiden. Wichtigere, die Granite durchziehende Roteisensteingänge sind der Rotenberger Zug bei Schwarzenberg, der Rotgrübener Zug (im nördlichen Teile als der Spitzleitner Zug) und der Eibenstöcker Zug. Sie streichen von der böhmischen Grenze her stundenweit ungefähr in der Richtung SSO.—NNW. bis in die Gegend von Schneeberg, dabei schwankt ihre Mächtigkeit von derjenigen einer einfachen Kluft bis zu 16—20, ja sogar bis zu 30 m. In der Hauptsache führen sie Quarz (Hornstein, Amethyst, Eisenkiesel, Jaspis, auch Chalcedon und Opal), Letten (z. T. umgewandelt in Steinmark und Kaolin) und Roteisenerz (mitunter als Glaskopf), das zu Braun- und Gelbeisenstein verwittert. Eisenglanz ist selten. Manganerze kommen auf sämtlichen Gängen vor; sie bilden als Polianit, Psilomelan, Hausmannit, Braunit und Wad gesonderte Nester oder Trümer in der übrigen Gangmasse, stellenweise machen sie die Hauptgangfüllung aus. Das Eisenerz ist immer das ältere Erz. Mitunter in bemerkenswerter Menge fanden sich Wismut, Wismutocker, Erdkobalt, Kupferkies und Kupferglanz; als jüngste Gebilde sind Kalk- und Kupferuranit und

[1]) Erl. z. Sekt. Planitz-Ebersbrunn der geol. Specialk. v. Sachsen, 1885, 32—37. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 56—58; nach H. Müller, Die Eisenerzlagerstätten des oberen Erzgebirges und des Voigtlandes, 1856.

[2]) Die Zinn- und Eisenerzgänge der Eibenstocker Granitpartie und deren Umgebung; v. Cottas Gangstudien, II, 1854, bes. 153—180. — Breithaupt, Paragenesis, 1849, 195. — Lowag, Das Vorkommen von Manganerzen in Gesellschaft von Eisenerzen bei Platten in Böhmen und Johanngeorgenstadt in Sachsen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., L, 1902, 72—76, 90—92.



Wavellit aufgetreten. Kalkspat, Braunspat und Eisenspat scheinen selten zu sein; Schwerspat muß, nach den Pseudomorphosen von Quarz und Roteisenstein zu schließen, früher in der Gangfüllung vorhanden gewesen sein. Die sehr kieselsäurereichen Erze haben 25—35 % Eisen enthalten. Im engen Zusammenhang mit der erzgebirgischen „Roteisenstein-Manganerzformation stehen die „Quarzbrockenfelsgänge" und vor allem die seitlich von diesen aus in das Schiefergebirge hineinsetzenden Manganmulmlager am Graul bei Schwarzenberg.[1]) Dieselben haben seit 1892 eine besondere Bedeutung erlangt, als man in ihnen bis zu 7 % Wismut und ferner Erdkobalt entdeckte. Als Wismutverbindungen sind darin zu nennen: Wismutocker, Agricolit ($Bi_4[SiO_4]_3$) und gediegen Wismut.

Die erzgebirgischen Eisen-Manganerzgruben haben nur eine geringe Teufe von höchstens 80—100 m erreicht. In den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts betrug die Manganerzförderung jährlich etwa 3000 Ctr.; die jetzige Gewinnung ist unbedeutend.

Einige Ähnlichkeit mit diesen erzgebirgischen Vorkommnissen besitzen solche in der Gegend von **Eisenbach** im badischen Schwarzwald, nahe der Höllentalbahn. Die Gänge setzen im Zweiglimmergranit auf und führen Roteisenerz, Eisenglanz, Schwerspat und Quarz. Sie werden von Pyrolusittrümern begleitet, und besonders letztere sind bis vor einigen Jahren abgebaut worden.

Ein 2—3 m mächtiger Roteisensteingang durchzieht in $2^1/_2$ km langem Streichen den Porphyr von Imsbach und Falkenstein in der Rheinpfalz. Er führt in einer lettigen Kluftfüllung roten Glaskopf und tonigen Roteisensteinmulm, seltener Brauneisenerz, Psilomelan und Eisenkiesel. Der jetzt eingestellte Bergbau datierte seit der Mitte des XVIII. Jahrhunderts.[2])

Blei- und zinkhaltige Brauneisenstein-Gänge mit spärlichem Rot- und Spateisenstein, daneben mit Psilomelan und Wad wurden früher in der Umgebung von **Bergzabern**[3]) in der südlichen Rheinpfalz abgebaut. Sie sind stets gebunden an Verwerfungsspalten, welche der Rheintalsenkung parallel laufen, und erreichen Mächtigkeiten von mehreren Metern oder bilden Gangzüge von 12 bis 20 m Mächtigkeit. Sie führen mehr oder weniger Bleiglanz, Grün- und Weißbleierz und hie und da Aräoxen [$(Pb, Zn)_3(Vd, As)_2O_8$] sowie Galmei. An der Gangfüllung nahmen ferner Gesteinstrümmer, Sand und Letten teil. Es erscheint fraglich, ob diese Gänge als eigentliche Eisensteingänge oder als Bleierzgänge zu bezeichnen sind, in welche die Eisenoxyde durch Lateralsekretion aus dem Buntsandstein eingewandert oder durch Umwandlung aus Spateisenstein entstanden sind.

Die früher abgebauten Eisenerzgänge im Buntsandstein des Oberamts Neuenbürg, zwischen der Enz und Nagold in Württemberg, hat **M. Bauer**[4]) genauer beschrieben. Sie führen Brauneisenstein, braunen Glaskopf, Hydrohämatit, Lepidokrokit, Roteisenstein, Spateisenstein (?), Psilomelan, Pyrolusit und Wad.

[1]) H. Müller, Die Erzgänge des Annaberger Bergrevieres; Aus den Erl. z. geol. Specialk. v. Sachs., 1894, 104—120. — Beck, Über die Erzlager der Umgebung von Schwarzenberg im Erzgebirge; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachs., 1902, A, 64—77.

[2]) Gümbel, Geologie von Bayern, II, 1894, 983.

[3]) Gümbel, Geologie von Bayern, II, 1894, 1013—1014, Lit. — v. Leonhard, Die Eisenstein-Gänge bei Schlettenbach und Bergzabern in Rheinbaiern; N. Jahrb., 1845, 1—17.

[4]) Die Brauneisensteingänge bei Neuenbürg; Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk., XXII, 1866, 168—187. — Ders., Über den Hydrohämatit von Neuenbürg; ebenda XXXIV, 1878, 392—396.



b) Manganerzgänge.

Auch die Braunsteingänge haben jetzt im allgemeinen nur mehr eine untergeordnete technische Bedeutung, und so kommt es, daß nur über eine geringe Zahl in früherer Zeit erschlossener Vorkommnisse genauere Mitteilungen vorliegen.

Bekannt wegen ihrer schönen Manganitkristalle sind die Manganerzgänge von **Ilfeld**[1]) im Unterharz. Sie sind meistens nur einige Zoll, seltener bis zu 2 Fuß mächtig und setzen in dem hochgradig verwitterten Porphyrit des mittleren Rotliegenden mit einem zwischen O.—W. und SO.—NW. schwankenden Streichen und steilem Einfallen auf. Stellenweise ist der ganze Porphyrit mit Manganerz durchtrümert. Erze sind vor allem Manganit, ferner Pyrolusit, Braunit, Hausmannit, Psilomelan, Wad und Varvicit (ein Übergang von Manganit zu Pyrolusit); als Gangarten brechen ein: Schwerspat, Kalkspat, Braunspat und „Braunstein-Kalk" (durch Manganerz schwarz gefärbter Kalkspat). Die Gänge setzen nur bis zu 5—12, seltener bis 30 m in die Teufe. Der in demselben Porphyrit auftretenden Roteisensteingänge wurde schon oben Erwähnung getan.

Im Thüringer Wald sind die wichtigsten Manganerze Pyrolusit und Psilomelan. Die Vorkommnisse liegen südlich von Gotha. Am Rumpelsberg und Mittelberg bei **Elgersburg**[2]) treten neben jenen Erzen Hausmannit, Braunit und Wad mit ganz untergeordnetem Schwerspat und Kalkspat auf. Die Mächtigkeit der in Porphyr aufsetzenden und Bruchstücke dieses letzteren umschließenden Gänge beträgt stellenweise 3—4,5 m, mancherorts wurden die Lagerstätten auch zu einem echten, von zarten Adern zusammengesetzten Stockwerk. Manche Gänge sind über einen Kilometer weit verfolgt worden; nach Heinrich Credners Beschreibung handelte es sich offenbar um zusammengesetzte Gänge (Gangzüge), deren man hauptsächlich fünf abbaute. Am Rumpelsberg wurde der Manganerzbergbau in der Mitte des XVIII. Jahrhunderts aufgenommen und stand noch in der Mitte des XIX. in Blüte. Man förderte um 1840 zu Elgersburg jährlich 1100 t Braunstein.

Zu Oerenstock bei **Ilmenau** setzen nach Credner[3]) die Manganerzgänge gegen W. zu in Porphyr, nach O. zu in Melaphyr auf. Bekannt sind von dort die schönen, von Kalkspat und Schwerspat begleiteten Kristallisationen von Pyrolusit, Hausmannit und Braunit. Ähnlich war auch das Erzvorkommen zu Friedrichroda. Schon in der Mitte des XIX. Jahrhunderts war die Braunsteingewinnung an letzteren beiden Orten nur mehr untergeordnet. Auch in der Nähe der genannten thüringischen Manganerzgänge treten Roteisensteingänge mit quarziger Gangart in denselben Gesteinen wie diese auf.

Auf eine tiefgreifende Verwitterung von Diabasgängen sind gewisse Eisen- und Manganerzlagerstätten der Gegend von Přibram zurückzuführen. Als ein Beispiel solcher wurde der „Narysover Gang", etwa 5 km von Přibram, von A. Hofmann[4]) genauer beschrieben. Der quarzige Gang enthält sehr stark zersetzte, kaolinische Fragmente wahrscheinlich eines Diabases und in unbedeutenden Massen oder als Anflug Pyrolusit, Wad, untergeordnet auch Goethit, Roteisenerz, Eisenrahm und Brauneisenerz. Neben dem vorwiegenden Quarz wird seltener Kalkspat beobachtet. Noch in 64 m Teufe wurden keine edleren Erze nach-

[1]) Beyrich, l. c. — Kerl, Über das Vorkommen, die Aufbereitung und die Qualität des Braunsteins von Ilfeld am Harze; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XII, 1853, 148—149.

[2]) Heinr. Credner, Übersicht der geognostischen Verhältnisse Thüringens und des Harzes, 1843, 130—131.

[3]) l. c. 132.

[4]) Über den Pyrolusit von Narysov; Sitzber. k. böhm. Gesellsch. d. Wissensch., II. Cl., 6. März 1903.



gewiesen. Dieser und viele andere, z. T. auch in Grauwackensandstein auftretende Eisen-Manganerzgänge sind ohne jede technische Bedeutung.

Einer der wichtigsten Manganerzbergbaue Frankreichs und eine der größten gangförmigen Manganerzlagerstätten überhaupt ist das Vorkommen von **Romanèche,** 15 km südlich von Macon im Dep. Saône-et-Loire. Nach Fuchs und de Launays Beschreibung[1]) ist dasselbe mittelbar und unmittelbar an eine Verwerfungsspalte gebunden, längs welcher am Ostrande des Granitmassivs von Fleurie Keuper-, Lias- und Tertiärschichten an diesem abgesunken sind. Zwei SW.—NO. streichende, steil einfallende Gänge von wechselnder Mächtigkeit durchsetzen den Granit und vereinigen sich im „Grand filon", einer 5—8 m mächtigen, erzerfüllten Verwerfungsspalte, neben welcher noch mehrere stockförmige Erzmassen zwischen den Rhät- oder zwischen Rhät- und Gryphäenkalken zur Ansiedelung gelangt sind. Die im sehr zersetzten Granit verlaufenden beiden ersteren Gänge sind im Hangenden und Liegenden nur unvollkommen begrenzt, stellenweise überhaupt stockwerkartig zertrümert. Sie werden bis zu 6 m mächtig. Der Grand filon zeigt gleichfalls ein Einfallen von etwa 70°; das von Granit gebildete liegende Salband ist gut entwickelt. Haupterz der Lagerstätten ist in den oberen Teufen ein sehr baryumhaltiger Psilomelan, begleitet von Quarz, Schwerspat, etwas Flußspat und gelegentlichem Arseniosiderit ($Fe_4Ca_3[OH]_9[AsO_4]_3$); nach unten tritt in zunehmender Menge Roteisenstein auf.[2]) Die Gruben von Romanèche erzeugten im Jahre 1902 8300 t Manganerz, gegenwärtig die größte in Frankreich erzielte Produktion.

In Zentral-Frankreich sind weitere Manganerzgänge bekannt, so zu Gouttes-Pommiers (Dep. Allier), wo solche von Pyrolusit mit gelbem und rotem Eisenkiesel in kambrischem Fleckschiefer und Marmor auftreten, und zu Luzy (Nièvre) im Granit.[3])

2. Die hydrosilikatischen Nickelerzgänge.

* Den hydrosilikatischen Nickelerzlagerstätten kommt unter allen Erzgängen, vor allem aber vor den übrigen gangförmigen Nickelerzvorkommnissen eine ausgesprochene Sonderstellung zu. Sie sind immer an Serpentine gebunden; die das Erz ausschließlich bildenden wasserhaltigen Nickelmagnesiasilikate gehören zu den letzten Produkten jener Umwandlungen, welche die basischen Olivin-Pyroxengesteine (Peridotite) bis zur völligen Verwitterung durchlaufen, und haben ihren Ursprung zweifellos in dem geringen Nickelgehalt letzterer Magnesiasilikate selbst. Die Nickelerze finden sich schon als Anflug oder Kluftfüllung in manchen Serpentinen; soweit sie aber bergmännische Bedeutung gewonnen haben, treten sie in den letzten Verwitterungsrückständen solcher Gesteine, nämlich in roten und braunen eisenschüssigen, oft quarzreichen Massen auf, welche meistens an Klüfte gebunden sind, gangförmig das Gestein durchziehen und lokal selbst als Gänge bezeichnet werden. Die wahre Entstehung dieser

[1]) Gîtes minéraux, II, 13—16, Lit.

[2]) Vogt, Problems in the geology of ore deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 163—164.

[3]) Fuchs et de Launay, l. c. 16.



„Gänge“ ergibt sich daraus, daß sie in wechselnden Mengen weniger zersetzte Gesteinsreste enthalten, welche überhaupt die Oberhand gewinnen können. Innerhalb der eisenschüssigen Zersetzungsrückstände können die Nickelsilikate butzenförmige Anreicherungen und sekundäre Kluftfüllungen von stockwerkartigem Verlauf bilden.

Als Nickelerze dieser Lagerstätten sind die grünen, nach ihrem chemischen und physikalischen Verhalten sehr schwankenden Magnesianickelsilikate Nickelgymnit oder Genthit (etwa $Ni_2Mg_2Si_3O_{10} + 6H_2O$), Garnierit oder Numeait $(Mg, Ni)SiO_3 + nH_2O$) und die mehr oder weniger tonerdehaltigen Hydrosilikate Pimelit und Schuchardtit anzuführen. Sie werden oft begleitet von Quarz, Chrysopras, Chalcedon, Opal, Prasopal, Gymnit ($Mg_4Si_3O_{10}$ mit 5—6 H_2O), Kerolith ($H_6Mg_2Si_2O_9$), Asbest; Karbonate, wie Magnesit, sind gewöhnlich ganz untergeordnet vorhanden. Weiterhin sind diese Nickelerzvorkommnisse durch das völlige Fehlen von Schwefel und Arsen und die höchstens spurenhafte Beimengung von Kupfer gekennzeichnet. Zu Revda im Ural und neben den neukaledonischen Lagerstätten hat die Umwandlung der Serpentine auch zur metathetischen Konzentration von Kobalterzen in der Form von Kobaltmanganerz (Asbolan) Veranlassung gegeben. Nickel- und Kobalterz kommen dann benachbart, aber im ganzen unvermischt vor.

Wie seit langer Zeit bekannt ist, führt der Olivin häufig in isomorpher Vertretung des Magnesium- und Eisensilikates etwas Nickelsilikat; solches läßt sich auch in Pyroxenen nachweisen. Auch die aus den Peridotit- und manchmal auch aus Pyroxenitmagmen hervorgegangenen Serpentine sind mitunter nachweislich nickelhaltig, wobei keine Beweise vorliegen, daß nicht das Nickel auch hier dem Silikat angehört.[1]) Die weitere Umwandlung[2]) des Serpentins, wie sie zur Konzentration des Nickels führt, ist sicherlich mit einer Wegfuhr der Magnesia und einer relativen Anreicherung der Kieselsäure verbunden. Denn wie schon v. Foullon und Diller gezeigt haben, bilden sich auf den feinsten Rissen des Serpentins von Riddles in Oregon neben reichlichem Quarz die saureren Silikate der Magnesia und des Nickels aus dem Orthosilikat, wobei die sekundäre Zufuhr von Kieselsäure ausgeschlossen ist. Kieselsäure und die Nickelmagnesiasilikate lagern sich in einem Netzwerk von Klüften ab, zwischen denen als Zersetzungsrückstand Brauneisenerz und rote Eisenoxyde oder -hydroxyde samt etwas Tonerde und Chromit verbleiben. Das Auftreten der Nickelerze in reicheren Massen inmitten der braunen Zersetzungsrückstände, in den tieferen Teilen derselben oder in Spalten, welche dieselben durchziehen, beweist, daß Nickel- und Magnesiasilikat während des Vorganges gewandert sind, und diese Wanderung bedeutet eine weitere Konzentration innerhalb der an sich schon mit Nickel angereicherten Massen. Der Gedanke, daß auch die heutigen

[1]) Z. B. weisen eine ganze Reihe der von Hintze (Handbuch der Mineralogie, II, 19—20) zusammengestellten Olivinanalysen und auch verschiedene Serpentinanalysen (l. c. 788—794) NiO auf.

[2]) Siehe über die nachstehend geschilderten Vorgänge die ausführliche Darstellung von v. Foullon, Über einige Nickelerzvorkommen; Jahrb. k. k. geol. Reichs.-Anst., XLII, 1892, 223—276.



Nickellagerstätten dieser Art ihren Reichtum teilweise einer Abwärtswanderung desjenigen Metallgehaltes verdanken, welcher jetzt durch die Erosion abgetragenen Serpentinmassen eigen war, liegt mit Hinsicht auf manche Erscheinungen nicht ferne.

Es ist wahrscheinlich, daß die Hydratisierung der Peridotite zu Serpentin in der Hauptsache schon zur Zeit des Emporsteigens der letzteren oder unmittelbar darauf vor sich ging. Die Verwitterung des Gesteines zu den eisenschüssigen, magnesiaarmen Massen und der Austritt und die Wanderung des Nickelsilikates ist aber sicherlich ein davon unabhängiger, jugendlicher Prozeß. Ob derselbe immer oberhalb des Grundwasserspiegels und durch die Atmosphärilien und unter Zutun welcher besonderen Agentien er vor sich gegangen ist, oder ob in einzelnen Fällen aus der Tiefe aufsteigende Quellen die letzte Gesteinsumwandlung bewirkt haben, das zu entscheiden wäre von um so größerer Bedeutung, als davon die Ausdauer der Lagerstätten in der Tiefe abhängig sein muß. In Neukaledonien scheint alles dafür zu sprechen, daß die Lagerstätten auf die oberen Teufen beschränkt sind.

Die hydrosilikatischen Nickellagerstätten sind eines der wenigen zweifellosen Beispiele für Erzgänge, die durch Lateralsekretion, d. h. infolge Auslaugung des Erzes aus dem Nebengestein entstanden sind; sie könnten mit Recht unter den metathetischen Lagerstätten (S. 18) behandelt werden, wenn nicht ihr Auftreten im großen ganzen ein gangförmiges wäre. *

In Deutschland werden Lagerstätten der hydrosilikatischen Nickelerzformation bei **Frankenstein,**[1]) nordöstlich von Glatz und südöstlich vom Zobtenberge abgebaut. Das Vorkommen des Chrysoprases bei Kosemitz und Gläsendorf, 5—7 km nördlich von Frankenstein, wo jetzt hauptsächlich die Nickelerze aufgeschlossen sind, ist schon seit 1740 bekannt, und dieser grüne Stein wurde bald zu allerlei Ziergegenständen verarbeitet. Auch die Nickelführung der Lagerstätten war bald bemerkt worden, aber erst 1888—1889 wurden dieselben näher bekannt und seit 1891 abgebaut. Das Nickelerz tritt in mehreren Serpentinmassen auf, welche dem kristallinen Grundgebirge angehören und aus dem das letztere bedeckenden Diluvium hervorragen. Die Serpentine stehen in naher Beziehung zu Aktinolith-Olivingesteinen,[2]) die etwas Chromit enthalten

[1]) Glocker, Handbuch der Mineralogie, II, 1831, 811—813. — Ders., Grundriß der Mineralogie, 1839, 552—553. — Kosmann, Die Nickelerzfunde bei Frankenstein i. Schl.; Stahl und Eisen, X, 1890, 277—278. — Ders., Die Nickelerze von Frankenstein i. Schl.; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIX, 1890, 111—113. — Ders., die Nickelerze von Frankenstein i. Schl.; Glückauf, XXIX, 1893, 835—836, 863—864; Ref. N. Jahrb., 1894, II, —66—. — v. Foullon, Über einige Nickelerzvorkommen; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XLII, 1892, 223—310, bes. 257—270, Lit. — Härche, Notiz in der Ausstellungszeitung der Industrie- und Gewerbeausstellung in Schweidnitz, 1892, No. 55 v. 2. IX. 1892. — Illner, Die Nickelerzvorkommen bei Frankenstein i. Schl. und der auf ihnen beruhende Bergbau und Hüttenbetrieb; Ztsch. f. d. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., L, 1902, 816—823. — Traube, Die Minerale Schlesiens, 1888.

[2]) Liebisch, Über Hornblendegneise und Serpentine von Frankenstein i. Schl.; Ztsch. d. deutsch. geol. Ges., XXIX, 1877, 729—734.



und offenbar umgewandelte Peridotite darstellen; diese sind ihrerseits wieder an Hornblendegneise gebunden und stellenweise auch von Gabbros begleitet. Von Interesse ist der Saccharit, ein im wesentlichen aus einem Kalknatronfeldspat bestehendes weißes Gestein mit etwas Hornblende und Turmalin, das bei der Zersetzung zu „Razumoffskin" ($Al_2Si_3O_9 + 3H_2O$) wird:[1]) es bildet Einlagerungen von wechselnder Mächtigkeit in den Hornblendegesteinen und Serpentinen. Die Schichten zeigen ein steiles Einfallen. In dem Serpentin sind parallel dem Streichen Lagen von blätterigem Aktinolith-Chlorit-Magnetitgestein enthalten; sie sind wenige Zentimeter bis zu mehreren Metern mächtig und bekräftigen jedenfalls auch ihrerseits die nahen Beziehungen der Serpentinmassen zu den Hornblendeschiefern der Gegend. In den dunklen Serpentinen fand v. Foullon einen Gehalt von 0,34 %, in den zuletzt erwähnten Aktinolithgesteinen einen solchen von 0,25 % Nickeloxydul.

Die Nickelerze von Frankenstein kommen samt wasserhaltigen Magnesiasilikaten und anderen Zersetzungsprodukten in hochgradig veränderten Serpentinmassen vor. Längs zahlreicher Spalten ist das Gestein in stark quarzhaltige und eisenschüssig-tonige, rote oder schokoladefarbige Massen umgewandelt, welche im lufttrockenen Zustande sandig zerreiblich sind, 0,5—1, stellenweise sogar 3 % Nickel enthalten und als „rotes Gebirge" bezeichnet werden. Darin finden sich als riff- und schollenartige, z. T. merkwürdig gerundete Partien die oben bezeichneten Einlagerungen von Schiefern und Saccharit, weniger zersetzte Reste von Serpentin und wohl sekundäre Massen von schuppig-lockerem Biotit. Auch Asbest in langstängeligen verwitterten Aggregaten ist häufig.

Als „Gänge" bezeichnet man zu Frankenstein die ausgedehnten, den mehr oder weniger frischen Serpentin durchziehenden Zonen von „rotem Gebirge". „Die Gangspalten erweisen sich als ganze Züge von 600—900—1500 m Länge und 3—20 m, ja 36 m Spaltenweite. Zwischen dem Übergange aus dem intensiv roten, härteren, weil mit Chalcedon erfüllten Mineral zur ganz zerreiblichen Masse des Muttergesteines stecken insgemein die Nickelerz-führenden Adern, meist mit dem Streichen der Spalte nahe den Kontakten derselben, vielfach, und dann sehr edel, vom Hangenden zum Liegenden derselben auftretend; sie finden sich in der Mächtigkeit feinster Schmitze und schwächerer Adern von wenigen Zentimetern bis zu derjenigen von 2 m und darüber und bilden in letzterem Falle Lager von flözartiger Beschaffenheit, welche mit großer Beständigkeit der Gestalt wie der Erzführung in die Teufe niedersetzen. Auf einem der Martha- wie der Bennoschächte hat man einen der stärksten Gänge einfallend bis zu mehr als 60 m Teufe verfolgt und damit die Überzeugung von der Regelmäßigkeit der Ganglagerung gewonnen. Die Gänge besitzen ein Einfallen von 50—55° gegen Westen, in der Nähe des Serpentins öfters steiler fallend; im verdrückten Gebirge wird die Neigung bald stärker, bald geringer". (Kosmann.)

---

[1]) Über das eigentliche Wesen des Saccharits gehen die Ansichten auseinander. Während er von v. Lasaulx und v. Foullon für ein sekundäres Gebilde gehalten wird, widerspricht dem Liebisch. Der Gedanke an eine aplitische Injektion als Nachschub der Serpentineruption erscheint mir nicht ausgeschlossen. Bergeat.



Im roten Gebirge findet sich der apfelgrüne Schuchardtit in derben Massen mit 4—18, stellenweise sogar mit 23 % Nickel; unreiner sind die Knötchenerze mit 5—7 % Nickel, welche neben zersetztem Gestein hauptsächlich aus dem hellgrünen Pimelit bestehen. Dort wo der Serpentin weniger zersetzt ist, also in den randlichen Partien der Lagermasse, ist er von dem weißen oder schwach gelblich, grünlich oder rötlich gefärbten Kerolith durchädert; Garnierit durchsetzt als derbes Mineral in bis zu 15 mm dicken Schnüren das Pimeliterz zwar in untergeordneten Mengen, enthält indessen 15—18 % Nickel. Die Kieselsäure tritt als Chalcedon, mehr oder weniger lebhaft gefärbter Chrysopras, beide in löcherig-zelligen Massen auswitternd, als Opal und grüner Prasopal in Erscheinung. Die Erzablagerung ist gebunden an Klüfte, welche nach verschiedenen Richtungen streichen und ein Netzwerk im roten Gebirge bilden. Längs der Spalten ist das rote Gebirge so erzführend, daß man von Erzmitteln spricht, die bis 20 m breit sind und deren eines 30000 cbm Inhalt besitzt; etwa die Hälfte der Massen in diesen Mitteln ist indessen taub oder arm.

Der bei der Verhüttung gewinnbare Nickelgehalt des Frankensteiner Erzes betrug im Jahre 1902 1,9 %; dieses hat im übrigen folgende durchschnittliche Zusammensetzung:

SiO_2	60—65,4 %.	
MgO	8,5—12 „	
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	6—8 „	(Fe 4—5 %).
Ni	2,3—3,5 „	
Glühverlust (zumeist H_2O)	8—15 „	

Kupfer ist spurenweise vorhanden, Schwefel und Arsen fehlen. In nachweisbarer Menge kommt auch Kobalt in den Lagerstätten vor.

Ein Pimeliterz von der Marthagrube hatte nach Kosmann folgende Zusammensetzung:

	In Säure löslicher Teil	In Säure unlöslicher Teil	Zusammen
SiO_2	22,47	18,45	40,92
NiO	3,86	—	3,86
FeO	2,62	1,34	3,96
MgO	17,04	8,32	25,36
Al_2O_3	10,55	3,13	13,68
Cr_2O_3	—	0.77	0,77
Vd_2O_5	—	0,53	0,53
H_2O	9,23	—	9,23
	65,77	32,54	98,31

Die nördlich von Frankenstein gelegenen Grubenfelder decken eine Fläche von etwa 5 km Länge und 1 km Breite; der Bergbau bewegt sich zurzeit hauptsächlich auf der Grube Martha der „Schlesischen Nickelwerke“ am Gläsendorfer Berg zwischen Frankenstein und Kosemitz. Die südlich von der Stadt bei Baumgarten und Grochau auftretenden Lagerstätten, wo die Erze auch von Magnesit begleitet werden, sind nur wenig bekannt. Bis jetzt hat der Betrieb noch keine großen Teufen erreicht. Im Jahre 1902 wurden 11811 t Erz im Werte von 211300 Mark gefördert, im Jahre 1903 waren die entsprechenden Ziffern 14056 t bezw. 176294 Mark.

Die hauptsächlichsten Nickelerzlagerstätten der Erde sind gegenwärtig diejenigen von **Neukaledonien.**[1]) Diese 300 km lange und durchschnittlich 50 km breite, nördlich des Wendekreises und nördlich von Neuseeland gelegene französische Insel besteht zu einem Drittel aus Peridotiten und Serpentinen, welch letztere weite Gebiete an der Nordwest- und Ostküste einnehmen und den Süden der Insel fast ausschließlich aufbauen. Neben ihnen treten die archäischen und paläozoischen Gebilde im Norden und an der Westküste sowie die mesozoischen Ablagerungen und Eruptivgesteine an der Südwestküste mehr in den Hintergrund. Die bronzitführenden, im frischen Zustande etwas nickelhaltigen Serpentine werden ihrerseits vielfach von Gabbros durchbrochen.

Die Serpentingebiete Neukaledoniens sind der Fundort von Chrom-, Eisen-, Kobalt- und Nickelerzen. Die ersteren wurden schon früher (S. 39) erwähnt; die Eisen- und Kobalterze stellen metathetische, an der Oberfläche angereicherte Gebilde dar und sind ebenso wie die Nickelerze bei der Umwandlung des Serpentins entstanden. Die letzteren sind typische Vertreter der hydrosilikatischen Nickelerzformation; auch in der Teufe findet kein Übergang in sulfidische oder arsenidische Erze statt. Alle genannten Erze, mit teilweiser Ausnahme des Chromeisensteins, welcher in dem Serpentin seine primäre Lagerstätte besitzt und aus diesem allerdings auch in großen Massen ausgewittert ist, stehen in mehr oder weniger enger Beziehung zu einer merkwürdigen eluvialen Überdeckung der Serpentingebiete; sie besteht aus einer sehr eisenreichen, tonerdearmen Masse, welche zu Unrecht gewöhnlich als Ton bezeichnet wird, vielmehr nach Power folgende Zusammensetzung besitzt:

SiO_2	18,42	NiO	1,64
Fe_2O_3	69,30	H_2O	9,80
Al_2O_3	0,45	$MgO + MnO$	0,39
			100,00

[1]) Garnier, Sur la géologie et les ressources minérales de la Nouvelle-Calédonie; Ann. d. Mines (6), XII, 1867, 1—92. — Heurteau, La constitution géologique et les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie; ebenda (7), IX, 1876, 232—447, bes. 375—399. — Ratte, Roches et gisements métallifères de la Nouvelle-Calédonie, 1878; zitiert von Fuchs und de Launay. — v. Rath, Sitz.-Ber. niederrh. Ges., 1879, 314—315. — Levat, Les progrès de la métallurgie du nickel; Ann. d. Mines (9), I, 1892, 141—226, bes. 144—164. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux II, 49—59, Lit. — Benoit, Der Mineralreichtum Neukaledoniens; Bull. Soc. de l'ind. min. St. Etienne (3), VI, 1892, 753—804. Danach Berg- u. Hüttenm. Ztg., LI, 1892, 156—157; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 322. — A. Bernard, L'Archipel de la Nouvelle-Calédonie, 1895; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 257—260. — Weinberg, Mineral Industry, VIII, 1899 (1900), 433—435. Danach Nickel mining in New Caledonia; Eng. Min. Journ., LXIX, 1900, 735—736. Ferner Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 356. — Power, Die nutzbaren Lagerstätten Neu-Caledoniens; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 24—28; nach Proceed. Inst. Min. and Metall., VIII, 1900. — Glasser, Les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie; Ann. d. Mines (10), IV, 1903 und (10), V, 1904. — Lacroix, Minéralogie de France et de ses colonies, I, 1893—1895, 438—442.

Diese rote Erde erfüllt Vertiefungen auf der Oberfläche des Serpentingebirges und enthält in ihren oberen Partien bohnerzartiges, eluviales Brauneisenerz und ferner Klumpen von schlackig aussehendem Kobalt-Manganerz (Asbolan), welches neuerdings in großen Massen abgebaut und exportiert wird. Nach Levat sollen jene Vertiefungen im Zusammenhang mit dem Ausstrich von Spalten stehen, welche etwa quer zu der Längsrichtung der Insel NO.—SW. streichen. Jene hochgradig zersetzten Serpentinpartien, als welche man die Anhäufungen der roten Erde zu betrachten hat und die sich schon von der Ferne her an der Färbung des Bodens erkennen lassen, sind von dem frischen Gestein durch eine gebleichte, verwitterte und aufgelöste Gesteinszone getrennt, von der Brocken in der eisenschüssigen Masse eingebettet liegen. Das Nickelerz tritt samt Chalcedon und Opal teils stockwerkförmig im Serpentin selbst, teils an der Grenze zwischen der roten Verwitterungserde und dem Muttergestein in sekundärer Anreicherung auf. Durch die Verwitterung zerfällt der Serpentin in Blöcke, welche von dem Nickelerz locker umhüllt werden und gewissermaßen in dasselbe eingebettet sind. Jene verwitterten Serpentinblöcke enthalten selbst 3—4 % des Metalles. Besonders reiche Massen kommen übrigens nach Levat in Spalten inmitten verhältnismäßig frischen Gesteines, aber immer oberflächlich vor. Die Lagerstätten können zumeist steinbruchmäßig abgebaut werden. Sie besitzen z. B. auf der Grube Pauline im Thiodistrikt Mächtigkeiten von 6—8 m, umschließen aber mehr oder weniger beträchtliche Massen von Serpentin. Niemals kommt das Erz in reicheren Massen innerhalb der roten Verwitterungserde selbst, wohl aber am Boden und an den Wänden der durch diese ausgefüllten Vertiefungen, d. h. auf der Grenze zwischen ihr und dem Muttergestein vor; doch ist, wie die mitgeteilte Analyse zeigt, die rote Erde nickelhaltig. Bestimmte Regeln für die Verbreitung der Erze lassen sich höchstens insofern geben, als sie tatsächlich gewissen, das Bergland durchziehenden Linien folgen sollen.

Von den zahlreichen Erzsorten, welche man auf Neukaledonien unterscheidet, sind die wichtigsten das grüne Erz und das sogen. Schokoladenerz. Das grüne Nickelsilikat ist der nach seiner allgemeinen Zusammensetzung und im besonderen in bezug auf seinen Nickelgehalt unbeständige und daher verschieden intensiv gefärbte Garnierit (Numeait), in seinen lichtesten Varietäten ein meerschaumähnliches Mineral. Die durchschnittliche Zusammensetzung des grünen Exporterzes ist (bei 100° C.):

SiO_2	42,0	Al_2O_3	2,5
NiO	10,0	CaO	1,0
MgO	22,0	H_2O	12,0
Fe_2O_3	10,5		100,0

Die nachstehende von Moore[1]) und Lacroix herrührende Zusammenstellung enthält Analysen grüner und Schokoladenerze:

[1]) The chocolate nickel ores of New Caledonia; Chemical News, LXX, 1894, 279—280.



	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO_2	48,25	24,25	47,90	35,45	33,70	37,05
Chromit	0,62	0,25	—	—	1,20	1,21
Fe_2O_3	18,40	42,50	3,00	0,50	19,09	16,92
Al_2O_3	0,10	—			1,40	0,63
NiO und Spuren CoO	4,67	24,58	24,00	45,15	31,28	17,36
MgO	—	—	12,51	2,47	3,22	16,03
CaO	0,48	0,12	Spur	—	0,63	0,48
MnO	—	0,17	—	—	0,20	—
H_2O	7,33	8,48	12,73	15,55	9,21	10,51
	99,85	100,35	100,14	99,12	99,93	100,19

I—II. Grünes Erz.

III—VI. Eisenschüssiges, licht- bis schokoladenbraunes Erz.

Die Gruben liegen etwa 200—600 m ü. d. M., was dem Transport der Erze Schwierigkeiten bereitet; sie sind auf viele Gebiete verteilt, deren wichtigstes der Distrikt von Thio an der Ostküste ist. Weitere Bergbaue liegen dort im Gebiet von Nakety, Kouaoua, Poro, von Brindy und Canala, an der Westküste am Mount Kaala und Mount Nepoui usw. Meistens wird Tagebau, seltener und nur bis zu geringer Teufe auch Tiefbau getrieben. Die Vorkommnisse gewähren jeweils nur einen kurzlebigen Abbau, nach einigen Jahren müssen sie wieder verlassen werden. Daß Neukaledonien trotzdem als Nickelerzproduzent heute die erste Stelle einnimmt, ist ein Beweis für die großartige Verbreitung der teilweise noch unerschlossenen Lagerstätten. Das gegenwärtig exportfähige Erz muß mindestens den hohen Nickelgehalt von $7^1/_2$ % besitzen; verhältnismäßig große Metallgehalte bleiben daher jetzt noch unbenützt.

Die Nickellagerstätten von Neukaledonien sind im Jahre 1864 von Garnier entdeckt und im Jahre 1867 kurz erwähnt worden; der gleiche Geologe wies damals schon auf den Wert jener Vorkommnisse hin. Im Jahre 1874 wurde die erste Grube bei der Hauptstadt Numea eröffnet, heute wird eine große Zahl von Betrieben besonders durch die Aktiengesellschaft „Le Nickel" unterhalten. Aus neukaledonischen Erzen wurden in Deutschland, Frankreich, England und Amerika im Jahre 1901 über 6000 t Nickel produziert. Im Jahre 1902 wurden 130000 t Nickelerz exportiert.

Nickelerze sind früher bei **Revda** (Revdinsk) im Ural, 50 km WSW. von Jekaterinburg im Flußgebiet der Tschussowaja abgebaut worden. Sie wurden ausführlicher von v. Foullon[1]) beschrieben. Die dortigen Antigoritserpentine, welche nach v. Foullon aus olivinfreien Diallaggesteinen hervorgegangen sind, bilden Einlagerungen in der kristallinen Schieferformation; sie enthalten ungefähr 0,3 % Nickeloyxdul. Die Erzlagerstätten bestehen aus quarzigen, mehr oder weniger an Brauneisen reichen, lichtbraunen bis schwarzbraunen Massen

[1]) Über einige Nickelerzvorkommen: Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XLII, 1892, 234—257. — Karpinski, Lagerstätten der Nickelerze am Ural; Gorni Journal, 1891, No. 10; Ref. N. Jahrb., 1894, I, —89—. — H. Müller, Die Nickelerzlagerstätten von Rewdinsk; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 65. — Levitzky, Revue univers. d. Min., XXXIX, 1876, 679. Danach Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 308. — Helmhacker, Nickelerze am Ural; Berg- u. Hüttenm. Ztg.. LIV, 1895, 142.

oder aus lettigen, eisenschüssigen Zersetzungsprodukten des Serpentins von mehreren bis zu vielen Metern Mächtigkeit mit Butzen und Nestern von Magnesia- und Nickelsilikat und Chrysopras. Zum großen Teil ist das Nickelsilikat verquarzt, die Erze brecciös.

Nach Helmhacker beträgt der Nickelgehalt der Erze im ganzen etwa 2 %, wurde aber durch Scheidung auf 13 % erhöht. Sie sind frei von Arsen und Schwefel. Mehr oder weniger deutlich läßt sich auch hier Kobalt nachweisen; die schwarzbraunen Verwitterungsrückstände sind etwas reicher daran und bilden stellenweise kopfgroße, parallelstruierte, plattige Einlagerungen, welche mit dem Asbolan von Neukaledonien verglichen werden können.

Die Nickelerze von Revda wurden um 1865 entdeckt, aber erst seit 1872 eine Zeit lang verwertet. Im Beginn der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts beabsichtigte man den Betrieb wieder aufzunehmen.

Genauere Beschreibungen liegen über das Vorkommen von **Riddles**[1]) in Oregon, in der Coast Range und im Flußgebiet des kleinen Umpqua River gelegen, vor. Die Lagerstätten gehören einem Serpentin-Peridotitgebiet an, welches inmitten von Tonschiefern, Sandsteinen, Konglomeraten und Kalksteinen kretazeischen Alters bis zu 1000 m emporragt, von diesen selbst aber durch eine Zone metamorpher Gesteine geschieden wird. Die Lagerstätten sind am Piney Mountain erschürft worden, der selbst aus Harzburgit (oder Saxonit) (nach v. Foullon 81,5 % Olivin und wenig Magnetit, 17,9 % Bronzit und 0,6 % Picotit) besteht; Chromeisenstein kommt darin in derben Blöcken vor. Der Olivin enthält auch hier ungefähr 0,3 %, der Bronzit 0,05 %, das ganze Gestein nach v. Foullon 0,27 % NiO. Stellenweise ist der Harzburgit ganz frisch, zeigt aber im übrigen schrittweise Umwandlungen, welche bis zur völligen Auflösung und Verwitterung des Gesteines führen können.

Das Nickelsilikat von Riddles ist ähnlich dem Erz von Neukaledonien, hat aber im allgemeinen einen geringeren Nickelgehalt und ist deshalb mit einem eigenen Namen Genthit belegt worden. Es findet sich schon in den Spältchen des in Zersetzung übergehenden Gesteines; in den am stärksten veränderten Serpentinen erfüllt es dezimeterbreite Klüfte als lebhaft grün gefärbte Massen. Quarz und Chalcedon treten an einem oder an beiden Salbändern dieser Klüfte auf und durchtrümern das Nickelsilikat, von welchem sie überdies grün gefärbt sein können. Auch die durch die Verwitterung des Gesteines entstandene erdige Bedeckung enthält bis zu 2 % Nickel. Die Lagerstätten von Riddles wurden schon im Jahre 1864 entdeckt, aber bis 1881 für Kupfererze gehalten. Eine größere Bedeutung haben sie nie erlangt.

Bei Webster in **Nord-Carolina**[2]) sind Nickelerzlagerstätten durch die Umwandlung eines Dunits entstanden. Dieser tritt in völlig frischem Zustande in nächster Nähe der Stadt und in deren Umgebung auf, ist aber sonst größtenteils in Serpentin umgewandelt. Der Olivin ist etwas nickelhaltig. Außer Talk und anderen Zersetzungsprodukten kommt in den Spalten und Rissen des Serpentins in kaum wenige Millimeter dicken Lagen Genthit und Gymnit vor; auch die etwas mächtigeren Talkadern sind häufig durch Nickelsilikat gefärbt. Quarz und freie Kieselsäure überhaupt fehlen. Ausgesuchtes Nickelerz hatte einen

[1]) Hood, Nickel-ore from Piney Mountain, Douglas Co., Oregon; Min. Magaz., V, 1883, 193. — F. W. Clarke and Diller, Some nickel-ores from Oregon; Am. Journ. of Sc., XXXV, 1888, 483—488; Ref. N. Jahrb., 1891, I, — 382 —. — v. Foullon, l. c. 224—233. — Austin, The nickel deposits near Riddles, Oregon; Vortrag vor der Color. Scientif. Soc. Denver. Danach Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 203—204 und Berg- u. Hüttenm. Ztg., LV, 1896, 141.

[2]) Min. Res. U. St. Am., 1886, 170—171. — Emmens, The nickel deposits of North Carolina; Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 476—477. — Clarke and Diller, l. c.

Metallgehalt von 19 %; die geringfügigen Vorkommen haben niemals einen Abbau erfahren.

Andere Fundorte von Nickelerzen der beschriebenen Art sollen auf Madagaskar[1]) vorhanden sein; erwähnt sei auch, daß der Serpentin in den Quecksilbererzgruben von New Almaden in Kalifornien solche Nickelsilikate enthält und daß sich solche im Chromeisenstein von Texas in Pennsylvanien finden, wie sie denn überhaupt in Serpentingebieten zu den häufigeren, wenn auch untergeordneten Erscheinungen gehören dürften.

B. Gänge von vorwaltenden sulfidischen Erzen und teilweise gediegenen Metallen.

In diese Gruppe gehören u. a. die meisten Gold- und Kupfererzgänge, die Silber-, Quecksilber-, Blei-, Zink-, Kobalt- und Nickel- und Antimonerzgänge, sowie die großartigsten Wismutlagerstätten. Im allgemeinen ist die Bezeichnung als sulfidische Erzgänge berechtigt, wenn auch der in praktischer Hinsicht wesentlichste Metallgehalt manchmal in gediegener Form auftritt oder andere Metalloïde als Schwefel, wie Tellur, Selen und Arsen, eine recht wesentliche Rolle spielen. Zinnerz bricht auf einzelnen Gängen in beträchtlicher Menge ein. Die Grenze der sulfidischen Ganggruppen gegen die oxydischen Erzformationen ist eine ziemlich scharfe, gegen die Gruppe der pneumatolytischen Gänge finden in geologischer wie mineralogischer Hinsicht unverkennbare Übergänge von manchen hier als hydatogene beschriebenen Erzformationen (besonders von Gold und Kupfer) statt.

8. Die Golderzgänge.

Spuren, ja sogar gewinnbare Mengen von Gold sind in vielen Sulfiden und wohl in allen Silbererzen enthalten, und der Eisenkies dürfte in den allermeisten Fällen etwas goldhaltig sein. Hier soll indessen nur von solchen Gangfüllungen die Rede sein, welche das Edelmetall als wesentlichen oder gar gewinnungswürdigsten Bestandteil enthalten.[2])

Golderze sind:

Gediegen Gold, welches in reinem Zustand ein spezifisches Gewicht von 19,4 besitzt, in der Regel indessen merklich mit Silber legiert ist. Der Gehalt

[1]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVIII, 1899, 380, nach Villiaume.

[2]) In Amerika wird der Goldwert einer Tonne Erz in Dollars angegeben, und zwar ist:

0,6646 Dollar = 1 g.
1 „ = 1,5 g.
664,6 „ = 1 kg.
20,67 „ = 1 oz (Goldgewicht).

In den englischen Ländern hält man immer noch folgende Goldgewichte für zweckmäßig:

1 lb troy = 12 ozs (ounces) = 240 dwts (pennyweights) = 5760 grs (grains) =	0,373 kg.
1 oz troy = 20 dwts = 480 grs . . . . =	31,10 g.
1 dwt = 24 grs . . . . =	1,555 g.
1 gr . . . . =	0,065 g.
Die amerikanische Tonne (short ton) . . . . =	907,2 kg.
Die englische Tonne (long ton) . . . . =	1016 kg.

an letzterem ist ein sehr schwankender; übersteigt er 20%, so bezeichnet man das lichtgelbe Metall wohl als Elektrum, das ein viel niedrigeres Gewicht (bis unter 15) hat. Das gediegene Gold ist das hauptsächlichste auf Gängen vorkommende Golderz und zugleich dasjenige, welches sich am leichtesten gewinnen läßt (Amalgamation; Freigold, Pochgold, Mühlgold, free milling ore).

Sehr selten sind Legierungen des Goldes mit Rhodium (Rhodit, 34 bis 43% Rhodium) und Palladium (der Porpezit von Porpez in Brasilien mit 4% Silber und gegen 10% Palladium). Goldamalgam kennt man aus Kolumbien und in Kalifornien. Das von Mariposa in letzterem Staate enthält 39% Gold auf 61% Quecksilber.

Wichtigere Goldtellurerze sind: Sylvanit (Schrifterz, Calaverit), $(Au, Ag)Te_2$, mit sehr wechselndem Gold- und Silbergehalt. Der Calaverit (beinahe $AuTe_2$) enthält bis zu 44% Gold. Krennerit ($10 AuTe_2, 3 AgTe_2$), 34,77% Gold, 5,87% Silber, 58,60% Tellur. Nagyagit (Blättertellur), ein 6—13% Gold enthaltendes Sulfotellurid von Blei, manchmal mit bis zu 7,4% Antimon. Tellursilber (Hessit, Ag_2Te) mit 62,8% Silber, 37,2% Tellur, gewöhnlich goldhaltig. Petzit ($n Ag_2Te . Au_2Te$) mit 18—26% Gold.

Pyrit besitzt in sehr vielen Fällen einen praktisch wichtigen Goldgehalt. Ob der Schwefelkies immer und in jeder Weise seines Vorkommens Gold enthält, ist eine Frage, welche sich kaum entscheiden läßt. Tatsache ist, daß sich in vielen Pyriten keine deutlichen Anzeichen eines Goldgehaltes nachweisen lassen. Auch die Art und Weise, wie das Edelmetall in dem Sulfid enthalten ist, hat noch keine genügende Aufklärung erfahren.[1] In sehr vielen Vorkommnissen umhüllt indessen der Pyrit das gediegene Gold. Man unterscheidet das chemisch oder in feinster Verteilung mechanisch an Sulfide gebundene, nicht amalgamierbare Gold als „Schlichgold" vom Mühlgold.

Begleiter des Goldes sind vor allem: Eisenkies, seltener Markasit, mitunter auch Magnetkies, ferner Kupferkies, Fahlerz, Zinckenit ($PbSb_2S_4$), Berthierit ($FeSb_2S_4$?), Plagionit ($Pb_5Sb_8S_{17}$), Jamesonit ($Pb_2Sb_2S_5$), Boulangerit ($Pb_5Sb_4S_{11}$), Bournonit ($PbCuSbS_3$), Zinkblende, Bleiglanz, Antimonglanz, Arsenkies, der selbst, ähnlich wie der Pyrit, manchmal einen wertvollen Goldgehalt besitzt („Weißerz" von Bräunsdorf), Altaït ($PbTe$), Coloradoït ($HgTe$), Manganblende (Alabandin, MnS), Molybdänglanz, Wolframit und Scheelit; Wismuterze: Wismut, Wismutglanz, Tellurwismut (Bi_2Te_3), Nadelerz ($PbCuBiS_3$); ferner edle Silbererze, z. B. Rotgiltigerz, Stephanit, Silber, Silberglanz usw.

Von den sekundären Produkten sind besonders zu nennen: Brauneisenerz, Rotbleierz ($PbCrO_4$), Weißbleierz, Pyromorphit, Phoenicit (Melanochroit, $Pb_3Cr_2O_9$), Vauquelinit ($2(PbCu)CrO_4 . (PbCu)_3[PO_4]_2$), Wismutocker, Realgar und viele andere, welche auch sonst in den eisernen Hüten gewöhnliche Erscheinungen sind.

---

[1]) Siehe darüber u. a. Cumenge et Robellaz, L'or dans la nature, 47. — Atherton, Occurrence of natural sulphide of gold; Eng. Min. Journ., LII, 1891, 698. — A. Williams, The condition of gold in pyrite; ebenda LIII, 1892, 451.



Quarz ist im allgemeinen die wichtigste Gangart der Golderzgänge; für gewisse Typen sind Kalkspat, Manganspat, Eisenspat und ähnliche Karbonate wesentlich; Schwerspat ist nicht selten, Flußspat am wenigsten verbreitet; Rhodonit kommt mehrfach vor, ebenso Orthoklas, letzterer gleichfalls, wenn auch seltener, in größeren Massen. Turmalin und seltener auch andere wasserfreie Silikate sind von Golderzgängen bekannt.

Die Mannigfaltigkeit der möglichen Mineralkombinationen ist also eine überaus große; auf demselben Gange können goldhaltige Erze mit allen Gangarten auftreten, und der Goldgehalt selbst ist meistens ein so geringer, daß man, ohne Ansehung des besonderen technischen Wertes des Edelmetalls, eher von Pyrit-, Kupfer-, Blei-, Silber- oder Antimonerzgängen sprechen müßte. Nur vom technisch-praktischen Gesichtspunkte aus ist meistens die Benennung „Golderzgang“ gerechtfertigt. Dazu kommt ferner noch, daß in demselben Gange der Goldgehalt im Streichen und Fallen großen Veränderungen unterliegen kann. Das Gold selbst ist häufig auch mit der Lupe nicht nachweisbar und tritt erst bei der Amalgamation in Erscheinung. Häufig sind die Golderze nur in den höheren, zersetzten Gangregionen amalgamationsfähig, während die Zugutemachung der in der Teufe auftretenden Erze eine schwierigere wird; dort verliert dann der Gang seinen Charakter als Golderzgang nicht selten und häufig wird er überhaupt unabbauwürdig.

Die Golderzgänge können etwa in folgende, untereinander und teilweise von den pneumatolytischen und pegmatitischen Golderzgängen nicht scharf geschiedene Gruppen eingeteilt werden:

A. Die Goldquarzgänge.

Quarz ist die weitaus vorwaltende Gangart. Der Silbergehalt ist höchstens um weniges größer als der Goldgehalt, meistens überwiegt der letztere den ersteren.

1. Die Goldquarzgänge im engeren Sinne. Freigold und goldführender Schwefelkies sind die hauptsächlichsten Erze. Arsenkies, Bleiglanz, Blende und Kupferkies sind in wechselnden Mengen vorhanden; Blei, Zink und Kupfer sind nicht gewinnungswürdig.
2. Die Goldquarzgänge mit reichlichen Kupfererzen.
3. Die goldführenden Quarzarsenkiesgänge.
4. Die goldführenden Quarzantimonitgänge.
5. Die Goldquarzgänge mit wesentlichem Wismutgehalt.

B. Die Tellurgoldgänge.

Quarz, in einigen Fällen samt mehr oder weniger Flußspat, in wieder anderen samt Karbonaten und anderen Begleitern, bildet die Gangart. Das Verhältnis zwischen Gold und Silber ist in den verschiedenen Vorkommnissen ein sehr schwankendes.

C. Goldsilbererzgänge

mit mannigfachen Gangarten und fast ausnahmslos erheblichem Silbergehalt. Neben den beiden Edelmetallen sind stellenweise auch Blei, Kupfer und Zink gewinnbar.

A. Die Goldquarzgänge.

1. Die Goldquarzgänge im engeren Sinne.

* In den Gängen dieser Art ist der Quarz sozusagen die ausschließliche Gangart; das Gold kommt in größerer oder geringerer Menge auch in der primären Gangfüllung als Freigold vor, ist indessen stets auch von goldführendem Pyrit begleitet; die Goldführung dieses Sulfides besteht sicherlich in den meisten Fällen darin, daß dasselbe das Edelmetall in gediegenem Zustand, mitunter schon mit der Lupe erkennbar, umschließt. Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies dürften immer vorhanden sein, treten aber häufig zurück; der Kupfergehalt der Gänge ist mitunter ein so hoher, daß dadurch Übergänge nach den kupferhaltigen Goldquarzgängen entstehen. Arsenkies ist sehr häufig.

Von Erzen werden weiterhin erwähnt: Magnetkies, Molybdänglanz, Wismut u. a.; Tellurerze sind da und dort in untergeordneter Menge zu beobachten. Scheelit ist von verschiedenen Goldquarzgängen bekannt. Karbonate sind als Gangarten höchstens untergeordnet vorhanden und dürften dann mitunter von der Umwandlung des Nebengesteines herrühren; Flußspat scheint bis jetzt auf den typischen Goldquarzgängen nirgends eine Rolle zu spielen, der Schwerspat ist ihnen fast fremd. Bemerkenswert ist das Auftreten von Turmalin in manchen Vorkommnissen; Orthoklas wird mehrfach erwähnt, ein chromhaltiger Kaliglimmer kommt auf den Goldquarzgängen in Kalifornien vor.

Der Feingehalt des Goldes der typischen Goldquarzgänge ist fast regelmäßig ein hoher, der Silbergehalt untergeordnet. Doch gibt es auch Verwandte dieser Gruppe, welche geradezu durch einen hohen Silbergehalt ausgezeichnet sind. Zwischen den echten Goldquarzgängen und Goldsilbererzgängen scheinen z. B. in Kalifornien Übergänge zu bestehen, die durch das Einbrechen von Silberverbindungen charakterisiert sind.

Die Goldsucher und Goldbergleute behaupten seit langer Zeit, daß der Goldquarz gewisse Merkmale besitze, an denen er sich schon äußerlich erkennen lasse. Courtis[1]) hat versucht, dieses „unbeschreibliche Etwas", die „kindly appearance", mikroskopisch aufzuklären, und fand, daß sehr goldreiche kalifornische Quarze parallele Züge von Einschlüssen enthielten, die aus flüssiger Kohlensäure bestehen; er schloß daraus, daß die Gangfüllung unter hohem Druck gebildet sein müsse. Übrigens stimmen die von den Bergleuten in verschiedenen Golddistrikten gegebenen Kennzeichen für reichen Goldquarz keineswegs überein.

Quarz, Pyrit und Freigold treten in der frischen Gangfüllung als gleichalterige Gebilde in innigster Durchwachsung auf. Wo der Pyrit samt anderen Sulfiden in die Gangart fein eingesprengt und das Gold mit diesen vereinigt ist, wird der Goldquarz eine dunkle Färbung besitzen; derselbe Edelmetallgehalt kann aber auch ohne viel begleitende Sulfide in feinster Verteilung in einem milchweißen Quarze enthalten sein. Das Metall wird von der Gangart mitunter in völlig unsichtbarer Verteilung umschlossen; andererseits aber verdient bemerkt zu werden, daß auch auf den Gängen und nicht nur in den Seifen Goldklumpen

[1]) Gold-quartz; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVIII, 1890, 639—644.



von erheblicher Größe angetroffen worden sind. Nachstehend mögen einige Beispiele nach Cumenge und Robellaz folgen:

	Fundort	Gewicht kg	
Kalifornien:	Morgan-Grube, Carson Hill, Calaveras	—	Wert des Klumpens 110000 Dollars.
	Monumental-Quarz-Mine 1869	43,081	Gefunden 8 m unter dem Ausstrich.
Australien:	Kerr's Station, Neu-Südwales	35,900	Gefunden im Ausstrich.
	Garibaldi-Grube (Viktoria)	15,551	Aus geringer Tiefe unter dem Ausstrich.
	Tarrangower (Viktoria) 1861	a) 3,700 b) 3,078	Mit Quarz verwachsen; a) gab 1,990, b) 0,871 kg Gold.

Man kann im ganzen behaupten, daß massive Goldklumpen auf die oxydierten Gangzonen beschränkt sind, während sich zahlreiche Beispiele anführen ließen, wo die primäre Gangmasse so reichlich mit Gold durchwachsen ist, daß sie großenteils aus dem Metall besteht.

Die Ausstriche der Goldquarzgänge sind ganz allgemein reicher als die Teufen unter dem Grundwasserspiegel. Durch Oxydation des Kieses und mehr oder weniger vollkommene Wegfuhr seiner Verwitterungsprodukte wird der Goldquarz zellig zerfressen, sinterig locker, und die Auslaugung ist mitunter eine so vollkommene, daß das Freigold inmitten weißen, zerhackt aussehenden Quarzes zu liegen kommt. Nachweislich muß in manchen Fällen auch einige Konzentration des Goldes nicht nur zu größeren Individuen, sondern auch durch ein Niedersickern nach der Teufe stattgefunden haben. Mit dem Übergang in die sulfidischen Gangzonen hat ganz allgemein eine Verarmung der Erze stattgefunden, die heutzutage unter Anwendung des Cyanidverfahrens allerdings nicht mehr die verhängnisvolle Bedeutung hat, welche sich in der Geschichte einst sehr ergiebiger, jetzt aufgelassener Goldgruben wiederspiegelt.

Dem Goldquarz ist, so z. B. auf vielen kalifornischen Gruben, eine gebänderte Struktur eigen, welche eine lagenweise Verteilung chloritischer Beimengungen und der goldführenden Sulfide wiedergibt. Der Adel der Gänge ist in gewissen Gangzonen (Adelsvorschübe, shoots, bonanzas) besonders hoch; in manchen Gegenden hat man mit Bestimmtheit nachgewiesen, daß solche Veredelungen mit der Beschaffenheit des Nebengesteines zusammenhängen.

Mit dem hohen Wert des Edelmetalls hängt es zusammen, daß goldquarzführende Zerrüttungszonen, mit Gold imprägnierte zerklüftete Gesteine und schmale Goldquarztrümer noch als Golderzlagerstätten abgebaut werden. Vielfach haben Goldquarzgänge, für welche z. T. ziemlich erhebliche Mächtigkeiten angegeben werden, den Charakter von Stockwerken oder zusammengesetzten Gängen. Längs eines Systems schmalster Klüfte hat dann häufig eine intensive Verquarzung des Nebengesteines stattgefunden, das selbst abbauwürdig werden kann. Goldquarzgänge sind in den verschiedenartigsten Gesteinen bekannt. Im älteren Sedimentärgebirge treten sie in vielen Gegenden als konkordante

linsen- oder streifenförmige Einlagerungen auf, welche zunächst für quarzitische Lager gehalten werden könnten und früher auch vielfach dafür gehalten worden sind. Sie verzweigen sich indessen gern in das Nebengestein und sind oft von richtigen Quergängen von Quarz begleitet, der selbst, wenn auch mitunter in anderem Grade, goldführend ist. Diese eigentümlichen, meistens steil einfallenden Lagergänge, welche z. B. in Mitteleuropa, in den Alpen, an vielen Orten Nordamerikas, in Australien und Südafrika erschlossen worden sind, haben eine genügende Erklärung noch nicht gefunden. In den englisch sprechenden Gebieten unterscheidet man sie als segregated veins von den Quergängen, den fissure veins, und man nahm wohl an, daß sie durch Lateralsekretion aus dem Nebengestein entstanden seien. *

Eines der wichtigsten Goldländer ist seit dem Jahre 1848 **Kalifornien.**[1]) Die Goldgewinnung begann mit der Ausbeutung von Goldseifen, wandte sich aber bald auch den Goldgängen zu, die noch heute, wenn auch nicht mehr mit den früheren Erträgnissen, durch zahlreiche Gruben abgebaut werden. Der eigentliche kalifornische Golddistrikt erstreckt sich längs des sanften, mittelgebirgartigen Westabfalls der Sierra Nevada auf der Ostseite des S. Joaquintales. Als die südlichsten Teile desselben können vielleicht noch die Goldquarzgänge bei Los Angeles und S. Bernardino, etwa unter 34° nördl. Breite, betrachtet werden; gegen Norden zu reicht er, im Osten des Sacramento-Flusses sich hinziehend, bis fast zum 40.° nördl. Breite. Es versteht sich von selbst, daß

---

[1]) Whitney, Geological Survey of California, I, 1865, 212—363. — Wilson, On the gold regions of California; Quart. Journ. Geol. Soc., X, 1854, 308—320. — Laur, Du gisement et de l'exploitation de l'or en Californie; Ann. d. mines (6), III, 1863, 347—435. — v. Richthofen, Reisebericht aus Californien; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVI, 1864, 331—340. — Ders., Über das Alter der goldführenden Gänge und der von ihnen durchsetzten Gesteine; ebenda 723—740, bes. 727—728. — Rolcker, The late operations on the Mariposa Estate; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VI, 1879, 145—164. — Reyer, Über die Goldgewinnung in Californien; Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., XXXIV, 1886, 1—28. — Fairbanks, Geology of the Mother Lode region; X. Ann. Rep. of the State Mineralogist of California, 1890, 23—90. — Lindgren, Characteristic features of California gold-quartz veins; Bull. of the Geol. Soc. of America, VI, 1895, 221—240; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 423—426. — Ders., The gold-silver veins of Ophir, California; XIV. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part II, 1894, 249—284; Ref. N. Jahrb. 1897, I, 478—480. — Ders., The gold-quartz veins of Nevada City and Grass Valley, California; XVII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part II, 1896, 13—262. — Ders., The gold deposit at Pine Hill, California; Am. Journ. of Science, XLIV, 1892, 92—96; Ref. N. Jahrb. 1894, II, —218—. — Ders., The auriferous veins of Meadow Lake; ebenda XLVI, 1893, 201; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 203—204. — Turner, Notes on the gold ores of California; Am. Journ. of Sc., LVII, 1894, 467—473; Ref. N. Jahrb., 1896, I, —388— und Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 275—276. — Ders., Replacement ore deposits in the Sierra Nevada; The Journ. of Geology, VII, No. 4, Mai—Juni 1899; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1900, 188—190. — Knochenhauer, Der Goldbergbau Kaliforniens und sein Ertrag in Vergangenheit, Gegenwart u. Zukunft; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVI, 1897, No. 31, 33, 35. Mit geol. Karte. — Prichard, Observations on Mother Lode gold-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIV, 1904, 454—466.

innerhalb dieser ungeheuren Ausdehnung die Golderzgänge nicht ganz gleich beschaffen sein können; manche Vorkommnisse stehen den silikatführenden Golderzgängen nahe, welche späterhin unter den pneumatolytischen Gängen beschrieben werden.

Im großen ganzen aber zeigen die kalifornischen Golderzgänge ein ziemlich gleichförmiges Verhalten und sind seit jeher als der Typus der Goldquarzgänge bezeichnet worden. Quarz (daneben Chalcedon und Opal) ist die fast ausschließlich herrschende Gangart; seltener treten Dolomit, Ankerit und Kalkspat, sehr selten auch Baryt auf. Das Haupterz ist Pyrit, der gediegenes Gold umschließt; letzteres kommt außerdem in meist außerordentlich feiner Verteilung, aber auch in Schüppchen, Fäden und Kristallen und in bis zu viele Kilogramm schweren Klumpen vor. Verschiedene Tellurgoldsilbererze, Tellurblei und Tellurnickel finden sich z. B. im Mariposa County; sonstige, immerhin spärliche Erze sind Zinkblende, Bleiglanz, Magnetkies, Arsenkies und stellenweise auch Antimonverbindungen, wie Fahlerz;[1]) Zinnober kommt gleichfalls an einzelnen Orten vor.

Das Nebengestein der Gänge bilden meistens die steilstehenden, im allgemeinen NNW.—SSO. streichenden und nach Osten einfallenden silurischen, carbonischen (Calaverasschichten) und besonders triassojurassischen (Mariposa-) Schiefer, aber auch verschiedenartige Eruptivgesteine, wie Granit, Tonalit und ihnen nächstverwandte Gesteine, Gabbros, Diabase und vor allem Serpentine. Alle den eigentlichen Goldgangdistrikt durchsetzenden Eruptivmassen sind älter als die Gänge. Stellenweise treten die letzteren zwar im Kontakt zwischen Schiefern und Eruptivgesteinen auf, springen dann aber auch gern in erstere über. Der Verlauf der Gänge folgt verschiedenen Richtungen, vorzugsweise aber dem Streichen der Schichten, mit denen sie gleiches Einfallen haben oder die sie in recht spitzen Winkeln durchschneiden. Ihr gewöhnliches Nebengestein sind die Mariposa-Schichten.

Weitaus die meisten Gruben haben den Mother Lode bearbeitet. Es ist dieses ein zusammengesetzter Gang im allergrößten Maßstabe, der sich auf einer der längsten Verwerfungen der Erde gebildet hat. Er stellt eine bis zu mehrere hundert Meter mächtige, aus zahlreichen sich verzweigenden, sich auskeilenden oder zertrümernden Gangspalten bestehende Zerrüttungszone dar.

Die Quarzgänge überragen häufig riffartig die Umgebung, und auf die Breite von einem Kilometer ist stellenweise das ganze Gelände mit den Trümmern derselben so bestreut, daß man über ein Quarzitgebirge zu gehen glaubt (Reyer). Der Mother Lode durchzieht das Mittelgebirge am Fuße der eigentlichen Sierra Nevada auf eine Länge von etwa 180 km (112 miles); er durchsetzt Eruptivgesteine und Schiefer in den Counties Mariposa (im Norden), Tuolumne, Calaveras, Amador und El Dorado im Süden.[2]) Im ganzen sind 500 Grubenfelder längs desselben verliehen worden. Sein Einfallen beträgt im allgemeinen zwischen 50 und 70°, die Mächtigkeit der einzelnen Gänge des

[1]) Siehe Ausführlicheres über die Mineralogie bei Turner und in den Literaturangaben bei Kemp, Ore deposits, 369—372.

[2]) Siehe XIII. Ann. Rep. of the Calif. State Mineralog., 1896, 64—503.



Gangzugs erreicht 5—10 m. Der Gangquarz ist bald milchweiß, bald dunkel durch fein eingesprengte Sulfide und häufig gebändert (ribbon quartz). Durch einen chrom- und kalihaltigen Glimmer (Mariposit) ist er mitunter grünlich gefärbt. Der Wechsel des Nebengesteines scheint auf die Erzführung der Gänge keinen Einfluß auszuüben. Einzelne kalifornische Golderzgänge sind Albitgänge, welche z. B. auf der Shaw Mine in El Dorado einen Porphyritgang durchtrümern: diejenigen von Meadow Lake (Nevada County) enthalten goldführende Sulfide und Arsenide in Gesellschaft von Quarz, Turmalin und Epidot in Granit und Diabas. Solche Vorkommnisse stehen offenbar der pegmatitischen Goldformation sehr nahe. Der Erzreichtum der kalifornischen Golderzgänge ist auf „Adelszonen" (shoots) konzentriert, welche steil oder noch öfter schräg zum Gang einfallen, säulenförmig in die Teufe setzen und meistens 100—200 m breit sind. Vielfach ist das Nebengestein gleichfalls mit Erz imprägniert. Es ist selbstverständlich, daß die Gänge in früheren Zeiten in den verwitterten Ausstrichen am reichsten waren;[1]) seitdem hat die Goldführung von einer gewissen Tiefe an angehalten, und es liegen keine Anzeichen weder für eine Verringerung der Gangmächtigkeiten noch des Gehaltes mit zunehmender Teufe vor. Der Sulfidgehalt der bauwürdigen Erze beträgt jetzt im großen Durchschnitt $1^1/_2$—$2^0/_0$, der Goldgehalt 5 bis 35 g, durchschnittlich 15—20 g in der Tonne. Im allgemeinen ist das kalifornische Gold als sehr rein bekannt; es hat nach Knochenhauer einen Feingehalt von 850—870 Tausendteilen, der übrigens auch bis zu 950 steigt. Mehrfach wird angegeben, daß die mächtigsten Gänge unbauwürdig, dagegen solche von 1 m mittlerer Mächtigkeit ertragreich sind.

Besonders reiche, wenn auch weniger mächtige Gänge sind diejenigen von Graß Valley, Nevada City und Banner Hill am Oberlauf des Bear River und des Yuba River, etwa 39° nördl. Breite, gegen 35 km nördlich vom Nordende des Mother Lode und 220 km nordöstlich von S. Francisco. Die Gänge sind hauptsächlich an Eruptivgesteine (Tonalit, Diorit, Diabas, Porphyrit, Gabbro, Serpentin) gebunden und durchziehen dieselben nach verschiedenen Richtungen, doch läßt sich hauptsächlich eine O.—W. und eine NS. streichende Gruppe unterscheiden. Sie sind z. T. mehrere Kilometer, meistens aber nur einige hundert Meter weit zu verfolgen. Auch hier besteht die Gangfüllung hauptsächlich aus Quarz, Chalcedon, Opal, Mariposit, seltener aus Kalkspat und innerhalb des Serpentins auch aus Magnesit; Freigold, Goldamalgam, Hessit, Altaït, Tetradymit, Pyrit, Markasit, Magnetkies, Kupferkies, Bleiglanz (oft reich an Gold), Blende, Arsenkies, daneben Rotgiltigerz, Stephanit, Silberglanz, Fahlerz und Zinnober bilden die Erze. Scheelit soll stellenweise in größerer Menge vorgekommen sein, und auch Molybdänglanz wird als häufigeres Mineral erwähnt, das aber scheinbar mit der Golderzfüllung selbst in keinem innigeren Zusammenhang steht (Lindgren). Pyrit überwiegt alle übrigen Erze.[2])

Die Gänge von Ophir bei Auburn an der Zentral-Pacific-Eisenbahn sind deshalb bemerkenswert, weil sie die reichsten Erze dort zeigen, wo sie mit

[1]) Siehe Tabellen bei Reyer und Laur.

[2]) Es sei auf die sehr ausführliche Beschreibung Lindgrens verwiesen.



Pyrit imprägnierte, fahlbandartige Zonen von Amphiboliten durchqueren. Sie enthalten auffallend viel Elektrum und neben den gewöhnlichen Sulfiden wieder Molybdänglanz, treten in der Nähe des Kontakts von Tonalit und Amphiboliten auf und sind in jenem mächtiger und silberreicher, in letzterem schmäler und reicher an Gold.

Fast alle kalifornischen Golderzgänge sind, wie schon v. Richthofen erkannte, an die Kontaktnähe der Tiefengesteine, besonders der Tonalite, gebunden, welche an vielen Orten am Schlusse der Jura- oder zu Beginn der Kreidezeit in das Schichtengebäude der Sierra Nevada gepreßt worden sind. Es liegt deshalb auch nahe, ihre Entstehung zu diesen Intrusionen in Beziehung zu bringen, um so mehr, als manche der Gänge den pegmatitischen Golderzgängen mehr oder weniger verwandt sind.

Die Goldproduktion Kaliforniens hat innerhalb der 55 Jahre ihres Bestehens stark abgenommen. Sowohl die Goldgänge wie die Seifen sind nicht mehr so ergiebig wie früher. Erstere schütteten ihren größten Reichtum in der Zone des eisernen Hutes, und häufig wurde schon unter diesem der Abbau eingestellt. Um 1850 war der Goldwert einer Tonne Gangquarz nach Reyer 300—800 M., jetzt beträgt er durchschnittlich 40—55 M.[1])

Goldquarzgänge von größerer oder geringerer Wichtigkeit sind in Nordamerika[2]) an vielen weiteren Orten in Abbau genommen worden, so in Neuschottland,[3]) wo Goldquarz in Lagergängen zwischen metamorphen, algonkischen oder cambrischen Schiefern und Quarziten auftritt, welche selbst mit Pyrit und Gold imprägniert sind. Ob letzterer Metallgehalt ein syngenetischer oder erst später zugeführt ist, ist unentschieden, aber Kemp hält ersteres für wahrscheinlicher. Die Lagergänge sind mitunter durch Quergänge miteinander verbunden. Freigold, goldhaltiger Pyrit, Arsenkies und wenig Bleiglanz und Blende sind die Erze, Quarz und ganz untergeordnet Kalkspat die Gangarten. Da sich Gerölle von Goldquarz schon in den Konglomeraten des unteren Carbon finden, so glaubt man damit einen Hinweis auf die obere Altersgrenze jener Gänge zu besitzen.

Im westlichen Canada wären die Vorkommnisse von Athabasca, in Britisch Kolumbien die Goldquarzgänge von Cariboo, in Alasca zunächst die Gänge im Klondikegebiet am Yukon und andere zu erwähnen. Doch haben in jenen mehr oder weniger unvollkommen erschlossenen Gebieten bisher immer noch die Goldseifen die Hauptmasse des Ertrages geliefert.

---

[1]) Eine statistische Zusammenstellung über die Goldproduktion der Vereinigten Staaten soll weiter unten in dem Abschnitt über Cripple Creek gegeben werden.

[2]) Siehe die Übersicht von Lindgren, The geological features of the gold production of North America; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 790—845.

[3]) Poole, The gold-leads of Nova Scotia; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXVI, 1880, 307—313. — Wilson, Notes on some special features in lode formation and deposition of gold, as presented in the Waverley gold district, Halifax Co., Nova Scotia; Transact. Min. Soc. of. Nova Scotia, II, 32—46; Ref. Transact. Fed. Inst. Min. Eng., VIII, 1894 bis 1895, 624—625. — Fauribault, The gold-measures of Nova Scotia and deep mining; Journ. Can. Min. Inst., II, 1899, 119—129; Ref. ebenda XVIII, 1899—1900, 497—498. — Kemp, Ore deposits, 3. ed., 1900, 397—399, Lit.



Am **Rainy Lake,**[1]) der nördlich von Duluth und westlich vom Lake Superior die Grenze zwischen der Union und Kanada bildet, tritt Gold in den archäischen Schiefern auf. Auch hier bildet der Goldquarz zahlreiche, im Streichen nebeneinander liegende, von 0,02 bis über 1,5 m mächtige und bis zu 15, ja auch 30 m lange Linsen, welche den Schiefern parallel streichen und in deren Umgebung auch die letzteren quarzreich und etwas goldführend sind. Man unterscheidet goldarme Linsen im älteren Glimmerschiefer und Gneis und goldreichere in den jüngeren grünen und sericitischen Schiefern. Die Quarzlinsen, welche Bruchstücke des Nebengesteines enthalten, führen neben goldhaltigem Schwefelkies etwas Freigold. Der seit 1893 datierende Bergbau hat zu keinem nennenswerten Resultat geführt. In derselben Gegend sind auch echte goldführende Quergänge im Granit bekannt; ihre Füllung besteht aus Quarz mit wenig Freigold und aus Sulfiden, wie goldhaltigem Pyrit, Bleiglanz und Blende. Sie zeigen deutliche, durch Umwandlung des Muttergesteines entstandene Salbänder von gelbgrünlicher Farbe, welche wohl aus Sericit bestehen.

Nördlich vom Rainy Lake liegt das Goldfeld von Bag Bay[2]) in West-Ontario. Die dortigen schmalen Quarzgänge sind an Verwerfer gebunden, welche verschiedene Gesteine wie Granit, Felsit-, Porphyr- und Grünsteingänge und Schiefer durchsetzen. Im Granit besitzen die Erzgänge selbst nur die Breite von wenigen Zoll, werden aber auch hier beiderseits von mehreren Fuß breiten Zonen von grünlichen, wahrscheinlich sericitischen Massen begleitet, die als greisenartig veränderter Granit zu deuten sind. Diese letzteren enthalten etwas Freigold und 0,5—3 % goldhaltigen Pyrit, welche im übrigen auch im Gangquarz angetroffen werden. Besonders dieser führt nebstdem auch noch Sulfide von Kupfer, Blei, Zink und Wismut. Da jenes greisenartige Gestein im Granit eine große Ausbreitung auch seitwärts von den Gängen hat, so ist es ein wichtiges Erz.

Das Goldvorkommen der **Treadwell Mine** in Alasca bei Juneau, etwa unter 58° nördl. Breite gelegen, hat zuletzt G. F. Becker[3]) ausführlicher beschrieben. Die Goldquarzgänge sind in der Hauptsache an eine unregelmäßige, bis 150 m mächtige Intrusion von „Natronsyenit" (ein Albit-Hornblendegestein) gebunden, welche carbonischen Tonschiefer durchbrach und selbst älter ist als ein ziemlich stark zersetzter Gabbro und ein analcimhaltiger Basalt. Mit dem Durchbruch des letzteren möchte Becker die Entstehung der Golderzgänge in genetischen Zusammenhang bringen. Das Gold ist hauptsächlich an Quarzschnüre gebunden, welche goldhaltigen Pyrit und daneben Kupferkies und Arsenkies, sehr untergeordnet auch Magnetkies, Blende und Bleiglanz führen. Kalkspat ist gleichfalls, aber in geringer Menge vorhanden. Die Quarzschnüre haben sich auf den Rissen des zerklüfteten Gesteines angesiedelt. Außerdem ist der Syenit selbst mit goldhaltigem Pyrit in Butzen und feinen Einsprengungen durchwachsen und wird samt den Quarzschnüren abgebaut. Die Treadwell Mine hat wegen der leichten Gewinnung des Erzes und anderer günstiger Umstände bald eine hohe Blüte erreicht; im Jahre 1894 betrug der Goldgehalt im Durchschnitt gleichwohl nur 5 g per t.

[1]) Winchell and Grant, Preliminary report on the Rainy Lake gold region; XXIII. Ann. Rep., Geol. and Nat. Hist. Survey of Minnesota; 1894, 36—104; Ref. Ztsch. f. pr. Geol., 1897, 92—94.

[2]) Mackellar, The gold-bearing veins of Bag Bay, near Lake of the Woods; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1900, 104—115.

[3]) Reconnaissance of the gold fields of Southern Alasca; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1896—97, P. III, 64—69. — Spencer, The Juneau gold belt, Alasca; U. St. Geol. Surv., Bull. 225, 1903, 28—42.



Die Golderzlagerstätten der nordamerikanischen Appalachenstaaten.

Von Georgia und Alabama bis an den Lorenzo-Strom zieht sich das aus einer großen Zahl paralleler Bergketten bestehende **Alleghany**-Gebirge oder die Appalachen;[1]) es trennt die große zentrale Ebene Nordamerikas mit dem Flußgebiet des Mississippi von der atlantischen Küstenebene. Seine Gesamtlänge beträgt 300, seine Breite 30—40 deutsche Meilen. Während der westliche Abhang des Gebirges von den gefalteten und mehrfach gestörten paläozoischen Ablagerungen des Silur und Devon, im westlichsten Teil auch aus Carbon besteht und in sich verflachendem Faltenwurf in die Kohlenformation des zentralen Gebietes übergeht, besteht sein Ostabfall aus kristallinen Schiefern. Solche bilden auch die niedrigen Hügel und endlich die Unterlage der Küstenebene bis in die Neuenglandstaaten, Kanada und Neuschottland. Mesozoische Schichten überlagern dieselbe an manchen Orten diskordant, wie auch die Auflagerung der paläozoischen Ablagerungen auf den huronischen Schiefern (Algonkium) bereits keine parallele ist.

Die Golderzlagerstätten kommen am Ostabhang der Alleghanies in den Staaten Alabama und Georgia, im mittleren Nord-Carolina, in Süd-Carolina und in Virginia vor, d. s. diejenigen Südstaaten, welche von der kristallinen Schieferzone des Gebirges durchzogen werden. Sie finden sich ferner

[1]) Lieber, Der Itacolumit, seine Begleiter und die Metallführung desselben; Cottas Gangstudien, III, 1860, 309—507, bes. 405—507. — Ders., ebenda 253—260. — Credner, Die Goldregion Virginias; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 144—146. — Ders., Geognostische Skizzen aus Virginia; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVIII, 1866, 77—85. — Ders., Geognostische Skizze der Goldfelder von Dahlonega; ebenda XIX, 1867, 33—40. — Ders., Beschreibung einiger paragenetisch interessanter Goldvorkommen in Georgia; N. Jahrb., 1867, 442—448. — Ders., Die Geognosie und der Mineralreichtum des Alleghany-Systemes; Peterm. Mitt., 1871, 41. — Ältere Berichte von Emmons (Geological Report of the Midland Counties of North Carolina, 1856) und Kerr im Eng. Min. Journ., XXXI, 1881, 397. — Kerr, Some peculiarities in the occurrence of gold in North Carolina; Transact. Am. Inst. Min. Eng., X., 1881, 475—476. — S. F. Emmons, Notes on the gold-deposits of Montgomery County, Maryland; Trans. Am. Inst. Min. Eng., XVIII, 1890, 391—411. — G. F. Becker, Gold fields of the Southern Appalachians; XVI. Ann. Rep. U. S. Geol. Surv., 1894—1895, part III, 250—331, Lit. — Nitze, The present condition of gold-mining in the Southern Appalachian States; Trans. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 661—796. — Blake, Notes and recollections concerning the mineral resources of Northern Georgia and Western North Carolina; ebenda 796—811. — Nitze, History of gold-mining and metallurgy in the Southern States; XX. Ann. Rep. U. S. Geol. Surv., 1898—99, Part VI, 111—123. — Kemp, Ore deposits, 376—383, Lit. — Thies and Metzger, Geology of the Haile Mine; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XIX, 1890, 595—601. — Thies and Phillips, The Thies process of treating low-grade auriferous sulfides at the Haile Gold Mine; ebenda 601—614. — Phillips, The gold regions of Alabama; Transact. of the Federated Institution of Min. Eng., XIV, 1897—98, 93—97. — Fluker, Gold mining in Mc Duffie County, Georgia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 119—125. — Devereux, Gold and its associated minerals at King's Mountain, North Carolina; Eng. Min. Journ., XXXI, 1881, 39—40. — Eckel, The Dahlonega gold district of Georgia; Eng. Min. Journ., LXXV, 1903, 219—220.



noch in der Gegend von Washington. Becker umschreibt die Hauptgebiete folgendermaßen:

1. Die Region von Georgia. Die Lagerstätten sind bekannt zu Montgomery in Alabama im Südwesten; von dort zieht sich die Reihe über Nord-Georgia (Sixes Mine bei Canton, Dahlonega, Nacoochee) bis zur Boilston Mine in Nord-Carolina.

2. Die Region des mittleren Nord-Carolina im Gebiet der South Mountains bei Morganton.

3. Die dritte Goldzone umfaßt in Nord-Carolina das Gebiet um Charlotte, einen Teil des nördlichen Süd-Carolina und erstreckt sich in nordöstlicher Richtung über Salisbury bis in die Gegend von Louisburg. Diese letzte Region gehört überhaupt dem flachen oder nur wenig hügeligen Vorland der Alleghanies an.

Die ganze goldführende Zone erstreckt sich in der Hauptsache zwischen dem 34. und 36. Breitegrad und vom 86.—78.° westl. Länge von Greenwich. Es ist selbstverständlich, daß innerhalb dieses weiten Raumes die geologischen Verhältnisse recht verschieden sind, wie denn auch die hier zusammenfassend behandelten Lagerstätten recht verschiedenen Typen angehören.

Über das Alter und die Herkunft der Gesteine jener Gegenden ist wenig bekannt. Ihrem petrographischen Charakter nach sind es vorzugsweise Quarzglimmerschiefer, Gneise, Hornblende- und Chloritschiefer. In der Region von Georgia sind hauptsächlich Gneise und Glimmerschiefer, die stellenweise von Granitgängen durchbrochen werden, die goldführenden Gesteine. Das gleiche gilt für die Nebengesteine der Golderzlagerstätten in den South Mountains. Amphibolschiefer und Hornblendegneise („Diorit") haben gleichfalls einige Verbreitung; sie werden von Becker für umgewandelte Eruptivgesteine gehalten. In der dritten Region herrschen metamorphische Tonschiefer, Sericit- und Chloritschiefer von mutmaßlich algonkischem Alter; teilweise dürften sie aber auch für paläozoisch zu halten sein; da und dort sind Kalksteine zwischen dieselben eingeschaltet. Diese älteren Gesteine werden von den Trias-Juraablagerungen des Küstenstrichs, den Newark-Sandsteinen, bedeckt, in deren Konglomeratschichten etwas Gold vorkommt. Den genannten Schiefern zwischengelagert sind Decken von Quarzporphyr, und Gänge von Diabas und Diorit durchbrechen dieselben; die letzteren hat man mit der Erzführung des Gebietes in Zusammenhang zu bringen gesucht. Übrigens sei hier vorausgeschickt, daß man jenen Eruptivgesteinen ein algonkisches Alter zuschreibt und daß Becker auch das Emporsteigen der Erzlösungen in jene Zeit versetzen möchte.

Von den Goldvorkommnissen sind zunächst die Imprägnationen zu erwähnen, welche in Carolina, Georgia usw. verbreitet sind und nach Beckers Meinung ganz den norwegischen Fahlbändern analog sein sollen. Die Lagerstätte von Haile Mine[1]) in Süd-Carolina wird als solche genannt. Einen zweiten Typus

[1]) Aus den im übrigen wenig klaren Beschreibungen der Lagerstätte von Haile Mine durch Thies, Metzger und Phillips geht scheinbar hervor, daß die dortigen „Talkschiefer" sekundär mit Gold und Pyrit imprägniert sind und keine Ähnlichkeit mit echten Fahlbändern haben.



stellen erzführende Quarzeinlagerungen dar, in der Gestalt „flachgedrückter, linsenförmiger Konkretionen, an deren Form sich die benachbarten Talk- (nach Becker Sericit-), Chlorit- und Glimmerschiefer anschmiegen, und welche dann zonenweise vor- und nebeneinander liegen, oder sie treten als gleichmäßig anhaltende Lagen von weißem, dichtem oder körnigem Quarze auf, welche sich nur stellenweise zu 10—15 Fuß Mächtigkeit aufblähen und sich dann wieder zu ihrer normalen Dicke von 1 und 2 Fuß zusammenziehen" (Credner).

Die goldhaltigen Imprägnationen liegen in ausgedehnten, parallel dem Streichen der Schichten gelagerten Schiefermassen, welche goldhaltigen Schwefelkies neben Freigold führen. Innerhalb dieser Zonen und in ihrer Nähe finden sich Quarzschnüre, ähnlich den in der zweiten Gruppe erwähnten goldführenden Quarzeinlagerungen; sie sind aber goldarm oder goldleer, gerade so wie auch auf der Haile Mine wohlentwickelte Quarzgänge trotz des Goldreichtums dieser Imprägnationen goldleer sind. Nach Credner nimmt der Erzreichtum nach der Mitte der imprägnierten Zonen zu. Manchmal sind die Schiefer sozusagen ganz quarzfrei; Freigold läßt sich dann auch auf den Schieferungsflächen beobachten. Manchmal sind aber die goldführenden Gesteine hornsteinartig verkieselt, ohne daß sich im allgemeinen ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Verkieselung und der Höhe des Goldgehaltes nachweisen ließe. In der Gegend von Dahlonega in Georgia ist ein glimmerarmer, itacolumitartiger Glimmerschiefer reich an Golderzen; derselbe soll nach Credner auch vereinzelte Diamanten enthalten. Das Gestein durchzieht „den Bezirk von Dahlonega ca. 1 Mile (1600 m) südlich von dieser Stadt in einer ungefähr 2000 Fuß mächtigen Zone..... Dieses ganze mächtige und weit ausgedehnte System von sandigen Schiefern erhält hohen technischen Wert durch seine konstante Goldführung. Die sämtlichen ihm angehörigen Gesteine sind nämlich von zum Teil dem unbewaffneten Auge sichtbaren, z. T. staubförmigen Goldpartikelchen und Schüppchen in so gleichbleibender Weise imprägniert, daß jeder faustgroße, der Itacolumitzone an irgend einem Punkte entnommene Gesteinsbrocken beim Waschen Goldstaub zurückläßt, andere Stücke moos- oder blattförmiges Gold auch ohne jene Manipulation erkennen lassen". Übrigens enthalten dort solche zerreibliche, goldführende Schiefer zahlreiche Quarzlinsen und dünne Quarzlagen, die gleichfalls goldführend sind und zweifellos das Nebengestein bis zu einem gewissen Grade mit goldhaltigem Pyrit imprägniert haben. Das bis zu einer Tiefe von 15—30 m zerwitterte, locker zerfallende Gestein wurde früher mit Leichtigkeit auf hydraulischem Wege verarbeitet, wie das bei Dahlonega trotz des geringen Goldgehaltes heute noch geschieht. Im frischen, harten Gestein der Teufe kann nur die Abbauwürdigkeit der Goldquarzschnüre in Frage kommen; diese enthalten kaum mehr Freigold, sondern goldhaltigen Pyrit. Die Verhältnisse sind ganz ähnlich wie sie weiter unten von Alabama beschrieben werden sollen.

In den mannigfaltigen Schiefern scheint gewöhnlich die Schichtung mit der Schieferung zusammenzufallen. Die in ihnen auftretenden Quarzlinsen und -Lagergänge sind nach Becker meistens der Schieferung und Schichtung parallel gelagert und deshalb auch von verschiedenen Geologen für schichtig gehalten worden. Nach der Ansicht Beckers und anderer, früherer Beobachter sind diese Quarzein-

lagerungen im Gefolge der Faltung und Aufblätterung der Schiefer entstanden und als gangartige Gebilde zu betrachten; ihre Form ist oftmals eine ganz unregelmäßige, im allgemeinen aber eine langlinsenförmige, dabei sind sie stets zu mehreren zu „stringer leads“, Zügen von Quarzlinsen, vereinigt. In Georgia werden diese leads „Gänge“ genannt und wie solche abgebaut. In ihrer Gesamtheit bilden sie gleichfalls Linsen im großen. In der Nähe der Schnüren ist das Nebengestein häufig bis zu wenig Zoll oder Fuß mit Gold oder Pyrit imprägniert und abbauwürdig. In den South Mountains sind nach Becker die „Gänge“ wie in Georgia parallel dem allgemeinen Gebirgsstreichen, also NO. oder ONO. gerichtet, während die Schieferung der Schichten selbst nach NW. streicht. Die „stringer leads“ wiederholen sich dort in gewissen Abständen; ihre Füllung besteht aus Quarz und wenig Calcit, außerdem Gold und Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz und wenig Zinkblende. In der Quarzmasse trifft man Bruchstücke der Schiefer an.

Goldquarz-Gänge treten im mittleren Georgia, etwa 35 km vom Savannah-River bei der Stadt Wrightsboro auf. Sie bilden eine 3,5 km breite Zone und lassen sich im einzelnen mehrere Kilometer weit mit ähnlichem Streichen und Fallen wie die NO. streichenden Chloritschiefer, welche meistens ihr Nebengestein bilden, verfolgen. Zum Teil sind sie auch an die Grenze zwischen jenen Schiefern und Gneis oder Granit gebunden. Der Gangquarz ist durch lettige Salbänder vom Nebengestein geschieden, häufig bankig-streifig und zeigt auf den Absonderungsflächen schönes Freigold, das im übrigen ziemlich gleichmäßig durch die Masse verteilt ist. Der begleitende Pyrit hat einen Goldgehalt von 150—450 g in der Tonne (0,015—0,045 $^0/_0$); neben ihm treten noch Kupferkies und Bleiglanz auf. Die Mächtigkeit der Gänge (oder Gangzüge?) wird von 0,6—6 m angegeben. (Fluker.)

Der Lagergang von King's Mountain in Nord-Carolina enthält nach Devereux als Hauptgangarten Quarz und Kalkspat, daneben Dolomit und Fluorit, als Erze Magnetkies, Pyrit, Kupferkies, Arsenkies, Fahlerz, Blende, Bleiglanz, Nagyagit, Altait und gediegen Gold. Das Nebengestein, „Talkschiefer“, führt Pyritkrystalle und Magnetkieseinsprengungen.

Aus der Mineralienliste, welche Becker gibt, geht mit Sicherheit hervor, daß die Goldvorkommnisse der Alleghanies den verschiedensten Goldgangtypen angehören. Von den 45 von ihm genannten Mineralien seien folgende erwähnt: Gold, Pyrit, Magnetkies, Markasit, Arsenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Blende, Fahlerz, Enargit, Kupferglanz, Silberglanz; ferner Tellur und die Tellurverbindungen Tellurblei, Sylvanit, Nagyagit, Tetradymit, von denen besonders der letztere eine weite Verbreitung besitzt. Zinnerz wurde zusammen mit Wismut angetroffen, Wismutglanz aber ohne Zinnerz; Molybdänglanz und Wolframit werden gleichfalls als Seltenheiten erwähnt. Von Gangarten zählt Becker auf: Quarz, der stets die Hauptmasse bildet, Kalkspat, Siderit, Manganspat, Fluorit und Schwerspat; ferner werden noch angeführt die Silikate Aktinolith, Albit, Orthoklas, Biotit, Muskovit, Chlorit, Epidot, Granat, Turmalin, Sphen und Orthit und endlich Magnetit, Titaneisen und Apatit. Zum großen Teil gehören diese letzteren sicherlich nicht den Quarzlinsen selbst, sondern den Schiefern und Eruptivgesteinen an; von einigen ist die Vorkommensweise nach Becker nicht genau bekannt geworden. Es müßte nach obigem scheinen, als ob die peg-

matitische Goldformation eine nicht unwichtige Rolle unter den Goldgängen der Alleghanies spiele.

Von ganz besonderem Interesse ist der Goldgehalt mancher Granaten, auf den zuerst Credner aufmerksam gemacht hat. Solche kommen in der Gegend von Dahlonega bald in Quarzschmitzen, bald ohne Begleitung von Quarz in den Schiefern vor; eine quarzfreie Probe von Granat von der Lockhart Mine bei Dahlonega hat einen Goldgehalt von 0,0015 $^0/_0$ ergeben, und Becker meint sogar, daß ein Granatgehalt der Schiefer in der Nähe der Goldquarze auch einen Goldgehalt der ersteren wahrscheinlich mache. Man könnte die Metallführung des Granats so erklären, daß das Gestein schon vor der Granatbildung goldhaltig gewesen sein müsse, wie Becker glaubt.

In Alabama unterscheidet man nach Phillips zwei Arten von Goldlagerstätten. Die eine besteht in Quarzgängen, welche in den unoxydierten Zonen verarmen und sulfidisch werden. Die zweite sind hochgradig zersetzte Schiefer oder Gneise, welche zwar nur 1,5—4 g in der Tonne enthalten, indessen sehr leicht gewonnen werden können und sehr weit verbreitet sind. Das darunter liegende festere Gestein ist von unzähligen, meist konkordant eingelagerten Quarzgängen durchzogen, deren Mächtigkeit von der einer Kluft bis zu 90 cm wechselt, und welche zwar nicht immer, aber doch oft einen nennenswerten Goldgehalt zeigen. In den verwitterten, von Quarzschnüren durchzogenen Schiefern kommt Freigold in dem kaolinisierten Feldspat vor, ganz besonders aber ist ein Schiefer, der zum großen Teil aus bis zu faustgroßen Granaten besteht, goldhaltig. Im frischen Zustand sollen letztere goldfrei sein. Bis zur Teufe von 9—12 m hat man die zersetzten gneisähnlichen Schiefer, in deren Verwitterungserde die teilweise umgewandelten Granaten in Mengen eingeschlossen liegen und welche gleichfalls von Quarztrümern durchzogen werden, goldführend befunden. Die ganze Masse kann der Amalgamation unterzogen werden. Es dürfte nicht zweifelhaft sein, daß die Schiefer von den Quarzgängen aus imprägniert und bei der Verwitterung vielleicht unter Abwärtswanderung des Goldes angereichert worden sind.

In Georgia sind die bedeutendsten Betriebe diejenigen bei Dahlonega, Nacoochee und Creighton; in den South Mountains findet fast nur noch Seifenwäscherei statt. Die wichtigste Grube in der Carolina-Region ist die Haile Mine, welche insofern ein besonderes Interesse hat, weil dort, wie oben gesagt, goldhaltige Imprägnationen Gegenstand des Bergbaues sind. Die Erze sind nicht reich, sie halten 6 g Gold per t, indessen ist der Betrieb immerhin noch recht lohnend. Im Cabarrus County, und zwar auf der späteren Ried-Grube, sind die ersten Goldfunde in den Südstaaten gemacht worden. Man fand dort 1799 in den Goldseifen einen Klumpen von 28 Pfd. Gewicht, ja nach Lieber[1]) soll sogar ein solcher von 80 Pfd. gefördert worden sein. In Virginia[2]) waren früher zahlreiche Gruben in einem Distrikt von etwa 25 km Weite im Betrieb; heute ist der dortige Goldbergbau kaum nennenswert. Von untergeordneter Bedeutung sind ferner die Vorkommnisse im Montgomery County in Maryland.

Die ersten Nachrichten von dem Gold in den Appalachen reichen zurück in den Beginn des XVI. Jahrhunderts, als die Spanier die atlantische Küste Nordamerikas berührten.[3]) Goldwäscherei wurde schon ziemlich früh in den Appalachen von den Weißen getrieben, sie kam indes erst um 1800 in umfangreicherer Weise in Aufnahme; 1804—1827 war der Staat Nord-Carolina

[1]) Gangstudien, III, 467 ff.

[2]) Nitze, Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 689.

[3]) Siehe die geschichtlichen Notizen bei Becker.

überhaupt der einzige Goldlieferant der Vereinigten Staaten. Erst 1825 begann man den Bergbau auch auf die primären Goldlagerstätten auszudehnen. 1829 sandte Süd-Carolina das erste Gold zur Münze; im gleichen Jahre wurde Gold in Georgia, 1830 in Alabama, 1831 auch in Virginia entdeckt. Von 1831 bis 1850 lieferte letzterer Staat jährlich für etwa 50000—100000 Dollars Gold.

Der amerikanische Bürgerkrieg hat den Bergbau der Südstaaten sehr schwer geschädigt und zeitweise zum Erliegen gebracht; schon Ende der vierziger Jahre des vorigen Jahrhunderts war eine Vernachlässigung infolge der kalifornischen Goldfunde eingetreten, welche zahlreiche Goldsucher nach dem Westen zogen. Die höchste Ausbeute an Gold und Silber wurde in ihnen im Jahre 1843 mit 1050100 Dollars erzielt; sie betrug 1863 1624 Dollars, stieg dann 1882 noch einmal bis auf 509750 Dollars und ist jetzt im ganzen in der Abnahme begriffen. 1894 wurden insgesamt für 263827 Dollars Gold und Silber erzeugt, an welcher Summe Süd-Carolina mit 98763, Georgia mit 99095 Dollars den Hauptanteil haben. Die Goldproduktion der Appalachenstaaten im Jahre 1902 ergibt sich aus nachstehender Tabelle:

Alabama	2500	Dollars.
Georgia	97800	„
Maryland.	2500	„
Nord-Carolina	90700	„
Süd-Carolina	121900	„
Virginia	3100	„

Eine große Anzahl sonstiger nordamerikanischer Goldgangdistrikte muß weiter unten beschrieben werden.

Über die allgemeine Geologie der seit Jahrhunderten bekannten und berühmten Goldlagerstätten in den **Minas Geraes** (Brasilien)[1]) hat Ferrand berichtet. Die Goldminen von Minas Geraes sind größtenteils auf den Abhängen der Serra do Espinhaço gelegen, welche N.—S. streichend das Zentralmassiv des

[1]) Ferrand, L'or à Minas Geraes, Vol. I: Étude publiée par les soins de la commission de l'exposition préparatoire de l'État de Minas Geraes, à Ouro Preto, à l'occasion de l'exposition minière et métallurgique de Santiago (Chile) en 1894, 21—26. — v. Eschwege, Pluto Brasiliensis, 1833. — de Bovet, L'industrie minérale dans la province de Minas Geraes; Ann. d. mines (8), III, 1883, 85—208. — Mezger, On certain magnetic phenomena in gold-bearing slates; Transact. Am. Instit. Min. Eng., XXIV, 1895, 40—42. — Prates und Guimaraës, Empreza de mineraçaõn do Caëthé; Revista Industr. de Minas Geraës, I, 1893, 17; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 116—117. — Prates, ebenda 1894, No. 4, 77—80; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 117—118. — Dom Pédro Augusto de Saxe-Coburg-Gotha, Présence de l'albite en cristaux, ainsi que de l'apatite et de la schéelite, dans les filons aurifères de Morro Velho; Compt. Rend. CV, 1887, 264—265; Ref. N. Jahrb., 1888, II, — 207 —. — Hussak, Der goldführende kiesige Quarzgang von Passagem in Minas Geraes, Brasilien; Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 345—357. — Derby, Notes on Brazilian gold-ores; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 282—287; Eng. Min. Journ., LXXIV, 1902, 142—143. — Scott, The gold-field of the State of Minas Geraes, Brazil; ebenda 406—444. Mit Kärtchen. — Berg, Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten von Raposos in Brasilien; Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 81—84. — The Morro Velho gold mine, Brazil; Eng. Min. Journ., LXXII, 485—489. — Hussak, Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien; Sitz.-Ber. Kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Kl., CXIII, Abt. I, 1904. Diese Abhandlung ist erst erschienen, als die Drucklegung dieses Bogens bereits ihre Berücksichtigung unmöglich machte. Es soll weiter unten bei der Besprechung des Goldvorkommens von Passagem auf sie zurückgegriffen werden.

Staates bildet und von Rio de Janeiro über Ouro Preto und Diamantina hinzieht. Sie bildet die Wasserscheide zwischen dem Rio Doce im Osten und dem Rio S. Francisco im Westen. Besonders in der Serra de Ouro Preto finden sich zahlreiche Spuren alten Bergbaues. Am geologischen Aufbau des Gebiets nehmen, von unten nach oben, teil:

I. Gneis und Glimmerschiefer (Laurentium?).

II. Schiefer, Quarzitschiefer, Tonschiefer und Itabirite (Huron?).

III. Kompakte Quarzite und Sandsteine.

Für die Goldführung wichtig sind die unter II. genannten, wohlgeschichteten Gesteine. Dieselben bestehen zu unterst aus dunkelgrauen, fast schwarzen, etwas graphitischen Schiefern von talkiger (?) Beschaffenheit und werden weiterhin zu dachschieferartigen Gesteinen; zwischen beiden liegen manchmal Quarzitschiefer. In den oberen Etagen kommen neben mächtigen Tonschiefern die bekannten Itabirite vor. Sie bilden bald zerreibliche Lagen eines körnigen Gemenges von Quarz und Eisenglanz (Jacutinga) oder sie sind bei zurücktretendem Quarz als derbe Hämatitlager ausgebildet, welche stellenweise abgebaut wurden. Ihre Mächtigkeit beträgt über mehrere Kilometer hin mehr als 100 m. Im Ausstrich sind sie fast immer bedeckt von einer harten Kruste eines dunkelroten, einige Meter mächtigen Konglomerats, welches aus Knollen von Quarz oder Hämatit mit einem tonig-eisenhaltigen Zement besteht (Tapanhuacanga, d. i. „Negerkopf“).

Die goldführenden Gänge sind zweierlei Art: Goldquarzgänge und Gänge von goldführenden Pyriten mit Quarz. Letztere gehören z. T. den pegmatitischen Golderzgängen an und werden als solche späterhin näher charakterisiert werden; die ersteren enthalten neben Freigold etwas Pyrit und Arsenkies. Während die goldführenden Pyritgänge nur in den tieferen Lagen (den Schiefern und Quarzitschiefern) des näher gekennzeichneten Schichtenkomplexes auftreten, sind die Goldquarzgänge in allen Niveaus desselben verbreitet und haben die durchlässigen und lockeren Gesteine bis auf einige Entfernung mit Gold imprägniert, so daß die letzteren wohl auch für goldführende Fahlbänder gehalten worden sind. Bekannt ist vor allem die Goldführung der zerreiblichen Jacutinga. Die Imprägnation reicht zu beiden Seiten der Gänge 30, 40, ja auch 50 m weit in das Gestein, derart, daß der Abbau derselben zu großen Tagebauen unter freiem Himmel geführt hat. Das Gold findet sich in dem Gestein in unregelmäßig verteilten, blechartigen Blättchen und ist wegen der Lockerheit desselben sehr leicht zu gewinnen, weshalb gerade diese Lagerstätten schon vor sehr langer Zeit in Abbau genommen worden sind. Sobald die Gänge im Quarzit aufsetzen, hat nur eine geringe Imprägnation auf den Schichtfugen in ihrer nächsten Nachbarschaft stattgefunden. In den Tonschiefern besteht die Gangbildung aus zahlreichen, längs der Absonderungsflächen verlaufenden Trümern, die durch einigermaßen mit Gold imprägnierte Schieferlagen getrennt sind.

Jene Imprägnationen von Gold in der Jacutinga sind u. a. zu **Ouro Preto** Gegenstand des Abbaues geworden. „Die Umgebung von Ouro Preto bietet in dieser Hinsicht typische Erscheinungen dar; eine mächtige Masse von Jacutinga ist dort im Tagebau überall dann abgebaut worden, wenn sie von Quarzgängen durchzogen war; die Abbaue erstreckten sich 30, 40 oder 50 m weit zu beiden

Seiten des Ganges und hatten dort das völlige Verschwinden der Jacutingalage zur Folge; andererseits ließ man die Gesteinspartien zwischen zwei Gängen und in entsprechender Entfernung von diesen unberührt stehen, derart, daß heute das Terrain längs der Straße von Ouro Preto nach Marianna (12 km) am linken Ufer des Rio do Carmo eine Reihe unter sich paralleler Einschnitte zeigt, auf deren Boden stets einige Quarzgänge sichtbar sind und welche alle durch unberührte Massen von Jacutinga getrennt sind." (de Bovet.) Über das Auftreten des Goldes in dem Gestein sagt schon v. Eschwege: „Das in dieser Gebirgsart erscheinende Gold kommt nur auf Lagern und streifenweise in denselben vor; es ist aber auch selbst in geringer Quantität durch die ganze Masse verbreitet. Die goldhaltigen Lager sind vorzüglich ein sehr mürber, mit Eisenoxyd gefärbter Quarz von 1—4 Zoll Mächtigkeit oder auch ein Brauneisenstein-Lager, welches bis zu 6 Palmen Mächtigkeit darin vorkommt. . . . . . Das Gold kommt aber auch ohne diese genannten Lager so innig gemengt mit Eisenglanzschichten vor, daß man manche schmale Eisenglanzschichten findet, die mehr Gold- als Eisengehalt haben." Durch die Verwitterung dieses Gesteines entsteht die schon erwähnte Tapanhuacanga, welche als eine eluviale Golderzlagerstätte später beschrieben werden soll.

Der wichtigste Abbau auf Jacutinga-Erze fand übrigens seit 1826 auf der Gongo-Socco-Grube bei Caëthé, nördlich von Ouro Preto statt. Das Muttergestein soll 97 % Eisenglanz und 1,60 % Kieselsäure enthalten haben. Die Höchstproduktion belief sich im Jahre 1832 auf 1568 kg, von 1826—1856 gewann man 12887 kg. Der Abbau war zuletzt (um 1860) bis zu 70 m Teufe vorgedrungen. Jetzt wird Jacutinga-Erz noch zu Itabira, nordwestlich von Ouro Preto gewonnen. Das Jacutinga-Gold enthält bis zu 8 % Palladium und wird von Platin begleitet.

Zwischen Ouro Preto und Marianna liegt das unter die goldführenden Kiesgänge gehörende Goldvorkommen von Passagem, von welchem späterhin als einem typischen Vertreter der pegmatitischen Golderzgänge noch ausführlich die Rede sein soll. In vieler Beziehung verschieden davon, indessen gleichfalls ausgezeichnet durch das Vorkommen von Albit, sind die etwa 90 km nördlich von Ouro Preto in der Umgebung von Bello Horizonte und Caëthé, an der Serra de Curral, der Serra de Piedade und an der Serra do Espinhaço gelegenen Golderzgänge, deren wichtigsten der von **Morro Velho** darstellt; **Raposos,** Cuiaba und Carrapato sind weitere solche Gangvorkommnisse. Sie unterscheiden sich von den eigentlichen Goldquarzgängen durch das mehr oder weniger auffällige Zurücktreten des Quarzes, statt dessen besonders Karbonate wie vorwaltender Eisenspat, Dolomit und in geringerer Menge Kalkspat einbrechen, während die Erze hauptsächlich Magnetkies, Arsenkies, Pyrit und Kupferkies sind; Zinkblende und Bleiglanz treten ganz untergeordnet auf. Albit kommt sowohl in der Gangmasse wie in schönen Kristallen auf Drusen vor. Zu Morro Velho besteht die Gangfüllung aus 30—40 % Sulfiden, 30—40 % Karbonaten und 20—30 % Quarz. Magnetkies ist das vorwaltende Erz und bildet 28,5 % der Masse; dann folgt Arsenkies (5 %), dann Pyrit und endlich Kupferkies. Reichliche Quarz- und Pyritführung verringert den Goldgehalt; ebensowenig kann man sagen, daß dieser gerade an den Arsenkies gebunden sei. Zu Raposos

und Cuiaba besteht die Gangfüllung großenteils aus einem innigen, gebänderten Gemisch von Karbonaten und Quarz, in welchem die Sulfide zurücktreten und graphitische Substanz vorhanden ist. Feldspat findet sich hier wie dort. Der Goldgehalt der drei Lagerstätten ist nach Derby im großen ganzen ein recht gleichmäßiger und beträgt 12—20 g pro Tonne zu Cuiaba und Raposos und etwa doppelt so viel zu Morro Velho.

Die Lagerstätten liegen in hochgradig gefaltetem, vorzugsweise aus Kalkspat bestehendem, daneben Glimmer und Chlorit führendem Schiefer (Kalkphyllit) und besitzen bei z. T. sehr beträchtlichen Dimensionen eine merkwürdige säulenförmige Gestalt. Die Gangmasse von Morro Velho fällt unter 45° ein und ist 1—35 m mächtig und länger als 170 m, dabei bis zu etwa 1030 m seigerer Teufe verfolgt. Der Feingehalt des gewonnenen Rohgoldes ist 790—810 Tausendteile, der Rest Silber, die Lagerstätte also ein echter Golderzgang, trotz des Karbonatgehaltes. Die neuere Ausbeutung der Morro Velho-Grube datiert seit 1834. Über die Gänge von Raposos, östlich von Morro Velho, liegen insbesondere Mitteilungen Mezgers[1]) vor. Das Schiefergebirge besitzt ein sehr gleichförmiges Streichen (N. 15° O.) und 35—38° südöstliches Einfallen. Im Schiefer — aber ohne Beziehungen zu den Erzlagerstätten — treten zwei Diabasmassen auf, außerdem Gänge von hornsteinartigem Quarz und weißem Fettquarz. Überall im Gestein trifft man auf Schwefelkies, seltener auf Magnetkies, Arsenkies und Kupferkies; auch ist wohl das ganze Gestein goldhaltig, denn da, wo es in situ zu Laterit verwittert, kann Gold gewaschen werden. Im Tonschiefer setzen sonderbare, oft runde, aber auch kurz gangförmige, schlauchartige Lagerstätten auf. Die runden haben 0,2—12 m im Durchmesser und bestehen aus einer „Rinde“ von stängelig zerklüftetem Quarzit und einer zentralen Füllung von Quarz, Jaspis, daneben aus Magnetit, Brauneisen, Eisenocker, Schwefelkies, Kupfer- und Magnetkies. Seltener sind Karbonate von Kalk, Magnesia und Eisen, endlich metallisches Gold. Diese Lagerstätten fallen stets parallel den Schieferschichten ein, weichen indessen um 5° von deren Falllinie ab. Sie scheinen in einer nordsüdlich verlaufenden Linie, also parallel zum Schichtenstreichen reihenförmig angeordnet zu sein. Sie sind nicht durch Spalten miteinander verbunden, welche sonst mit Querschlägen überfahren worden sein müßten. Berg hat Erzproben von Raposos untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, daß hier in gestrecktem, zu Linsen auseinander gezerrtem und zugleich schieferig zerklüftetem Quarzphyllit, wie er Einlagerungen in den Itabiriten und Schiefern bildet, eine spätere Ansiedelung von Golderz stattgefunden habe.

Die Goldproduktion von Minas Geraes betrug im Jahre 1896 1963 kg, 1900 4811 kg, 1902 4469 kg.

[1]) Das Nachstehende ist ein Exzerpt Stelzners aus einem Brief Mezgers vom 26. VIII. 86 und einem Bericht des letzteren für die Ausstellung des Zentralvereins für Handelsgeographie im Jahre 1886. Stelzner hat dasselbe ohne Kommentar einem ähnlichen Exzerpt aus einem Bericht Mezgers über Passagem angefügt. Letzteres Vorkommen hielt er für ein lagerartiges. Das Manuskript Mezgers über Raposos befindet sich in der Freiberger Lagerstättensammlung. Ferrand zitiert: A. Mezger, Report on the mines of Passagem, Raposos and Espirito-Santo. Paris, Chaix, 1885.



Goldquarzgänge sind bei Panama, in Venezuela, in Surinam und Guyana bekannt und haben zur Entstehung zahlreicher Goldseifen in diesen Gebieten Anlaß gegeben. Den Gangdistrikt von **Callao** in Venezuela, südlich vom Orinoco und südöstlich von Guacipati im Flußgebiet des Cuyuni, haben Fuchs und de Launay[1]) etwas ausführlicher beschrieben. Der Hauptgang setzt mit einem Einfallen von nur 42° in einem hornblendeführenden Gestein (Diorit?) auf und besteht in der Hauptsache aus weißem, in der Nähe der Salbänder gebänderten Quarz mit Pyrit und mit sichtbarem oder fein eingesprengtem Freigold. Seine Mächtigkeit beträgt im Mittel 1,60 m, sinkt aber auch bis zu 0,35 und steigt gelegentlich bis zu 3 m. Ein besonders reiches Gangmittel war etwa 200 m weit im Streichen und Fallen zu verfolgen und soll einen Goldgehalt bis zu 250 g in der Tonne gehabt haben. Wegen einer Anzahl scheinbar nur wenig bekannter und wenig wichtiger anderer Vorkommnisse in derselben Gegend (dem sogen. Yuruari-Goldfeld) sei auf das zitierte Werk verwiesen. Eine eingehendere Besprechung sollen späterhin vor allem die eluvialen Goldseifen des nördlichen Südamerika erfahren.

Eine große Anzahl von Goldgangdistrikten ist im östlichen Transvaal[2]) bekannt. Südlich vom Krokodilfluß und der längs dieses von Laurenço Marquez nach Pretoria führenden Eisenbahn, nahe der Grenze gegen Swasiland, liegt der Golddistrikt, dessen Mittelpunkt die Stadt Barberton ist; wegen seiner Lage an einem gleichnamigen rechten Nebenfluß des Krokodilflusses wird das Bergbaugebiet als das **De Kaap**-Goldfeld bezeichnet. Barberton liegt am Ostabfall des großen, die Drakensberge genannten Randgebirges, durch welches die Plateaus des Oranjestaates und von Transvaal gegen die Küste abgegrenzt werden. Den Untergrund des bergigen und von tiefen Schluchten durchfurchten De Kaap-Gebietes bilden granitische Gesteine, welche nach Penning jünger sind als die ebendort verbreiteten, zumeist steil aufgerichteten, scheinbar fast ganz fossilfreien Chloritschiefer, Tonschiefer, Kieselschiefer, Quarzite, Sandsteine und untergeordneten Konglomerate; das Alter dieser Ablagerungen ist nicht genau bekannt. Sie werden hier wie auch in den übrigen Ganggebieten Transvaals als die

[1]) Gîtes minéraux, II, 896—902, Lit.

[2]) Cohen, Briefl. Mitt.; N. Jahrb., 1873, 511—515. — Dunn, Further notes on the diamond-fields of South Africa, with observations on the gold-fields and cobalt-mine in the Transvaal; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXIII, 1877, 879—883. — Penning, A sketch of the goldfields of Lydenburg and De Kaap, in the Transvaal; Quart. Journ., XLI, 1885, 569—590. — Emmrich, Die De Kaap Goldfields in Transvaal; Peterm. Mitt., XXXIII, 1887, 139—143. — Furlonge, Notes on the geology of the De Kaap gold-fields in the Transvaal; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVIII, 1890, 334—348. — Knochenhauer, Die Goldfelder in Transvaal, Berlin 1890. — de Launay, Les mines d'or du Transvaal; Ann. d. mines (8), XIX, 1891, 102—131, Lit. — Schmeißer, Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der Südafrikanischen Republik, 1894, 27—36, Lit. — Krause, Über den Einfluß der Eruptivgesteine auf die Erzführung der Witwatersrand-Conglomerate und der im dolomitischen Kalkgebirge von Lydenburg auftretenden Quarzflöze, nebst einer kurzen Schilderung der Grubenbezirke von Pilgrimsrest und De Kaap; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 12—25. — Bordeaux, Études sur les champs aurifères de Lydenburg, De Kaap et du Charterland; Ann. d. mines (9), XI, 1897, 273—349. — Ders., Le Murchison Range et ses champs aurifères; ebenda (9), XIV, 1898, 95—108. — Steuart, The mineral wealth of Zoutpansberg: the Murchison Range gold-belt; Transact. Inst. Min. Eng., XVII, 1898—99, 388—426.

Swasischichten benannt. Sowohl der Granit wie die Sedimente werden von Gesteinsgängen durchbrochen, welche Penning zumeist als Diorite bezeichnet. In der Umgebung von Barberton unterscheidet man hauptsächlich zwei Ganggebiete. Das eine liegt im Südwesten, wo besonders das Pioneer-Reef (oder Moodies Reef?) nahe einem Granitkontakt in Diorit und Chloritschiefern aufsetzt und letzteren mehr oder weniger parallel liegt. Ein anderer wichtiger Gang ist der Ivy-Gang; sein Nebengestein soll teils „Talkschiefer", teils „Grünstein" sein. Beide Gänge sind Trümergänge von freigoldhaltigem Quarz und mit wenig Pyrit. Nach Krause sollen auf dem Pioneer-Gang auch Tellurerze vorkommen. Der größte Adel ist an schräg zum Gangfallen einschiebende Adelszonen gebunden und beträgt darin im Ivy-Gang etwa 70 g, im Pioneer-Gang 40 g; die ärmeren Gangteile ergeben immer noch 20 g per t. „Die horizontale Länge der Erzfälle ist sehr verschieden; sie beträgt bei einigen 8—10, bei anderen 30 m, in einem Falle gar 200 m Länge. Es ist aber bemerkenswert, daß diese horizontale Erstreckung sich von Tage aus bis zur Teufe stets annähernd gleich bleibt." (Schmeißer.) Ungefähr 15 km NO. von Barberton liegt das Ganggebiet von Eureka City mit der Sheba-Mine als hauptsächlichster Grube. Die Gänge des Shebadistrikts sind Quer- und Lagergänge in Schiefern und Quarziten. Die genannte Grube baut gegenwärtig auf einem durchschnittlich 40 m mächtigen zusammengesetzten Gang oder Trümerstock, der etwa unter 50° gegen Süden einfällt. Nach Schmeißer ist derselbe nur im Liegenden scharf begrenzt, welches aus „schieferigen Grünsteinen" besteht, während das Hangende von „Quarzit" gebildet wird. Auch hier zeigt der Gang reichere Zonen mit einem Goldgehalt bis zu 250 g per t; doch beträgt der letztere im Durchschnitt nur 46 g und wechselt sehr. Schwefelkies scheint im allgemeinen untergeordnet aufzutreten. Als weitere Sulfide werden Magnetkies, seltener Arsen- und Kupferkies und als recht selten Bleiglanz genannt. Daß die Golderzgänge von Eureka City Zonen von längs schmäleren Spalten verquarztem Gestein sind, wird mehrfach behauptet. Der Quarz ist teils dicht und dunkel, teils hell und milchig; Trümer dieses letzteren durchziehen den ersteren. Nach Furlonge wäre der weiße Quarz reicher an Pyrit als der dunkle. Viele von den zahlreichen Goldquarzgängen erheben sich weithin verfolgbar über die Oberfläche der Berge. Sie sind im Ausstrich zum Teil sehr reich und werden mehrfach von jüngeren „Grünsteingängen" durchschnitten und verworfen. Die Goldgänge von Barberton sind im Jahre 1883 entdeckt worden.

Weitere Golderzgänge in der Swasiformation sind diejenigen des Komati-Goldfelds südlich Barberton bei Steynsdorp, wo ähnliche Verhältnisse walten wie bei Barberton. Ein anderes Goldganggebiet ist weiter nördlich zwischen dem Olifants- und dem großen Letabafluß im Murchisongebirge gelegen. Es dehnt sich in östlicher Richtung von Marabastad und Pietersburg längs des Selatiflusses aus und ist gegen 80 km lang und 6—8 km breit. Die Gänge streichen fast alle den kristallinen Schiefern (Phyllite, Glimmerschiefer, Talk-, Hornblende- und Chloritschiefer) parallel und scheinen zumeist Goldquarzgänge zu sein. Im Ausgehenden waren sie jedenfalls durch sekundäre Anreicherung besonders reich. Einzelne von den Gängen des Selatigoldfelds gehören der Goldantimonitformation an. Noch weiter nördlich folgt das Klein-Letaba-Goldfeld in den Zoutpansbergen. Die dortigen im großen ganzen wiederum

mit den Swasischichten streichenden Quarzgänge enthalten neben Gold auch Silber, Bleiglanz, Kupferkies und Pyrit, und es erscheint fraglich, ob sie zu den typischen Goldquarzgängen gehören.

Die in der Gegend von Lydenburg zwischen dem Olifantsfluß und Barberton auftretenden Golderzlagerstätten sind z. T. reich an Kupfer und sollen deshalb später behandelt werden.

Wegen der Goldquarzgänge von Maschona- und Matabeleland sei auf den zitierten Aufsatz von Bordeaux (1898) verwiesen.

Es wird hier endlich an das alte Goldland Ophir im oberen Flußgebiet des Sabi und weiterhin im Maschona- und Matabeleland erinnert. Der Ort Simbabye ist wegen seiner uralten Baureste und der Spuren einer ehemaligen Goldgewinnung berühmt geworden. Es bestehen Anzeichen dafür, daß die Ägypter zu diesem Kulturlande Beziehungen hatten.[1]) Goldquarzgänge sind auch im alten Ägypten,[2]) z. B. bei Um Rus an der Westküste des Roten Meeres, etwa 360 km südlich von Suez, abgebaut worden; es finden sich solche nördlich und südlich vom Viktoriasee in Deutschostafrika[3]) als Lagergänge in Eisenglimmerschiefern, auf Madagaskar,[4]) in Mossamedes an der portugiesischen Westküste von Afrika und an der Goldküste, wo sie in der Gegend von Akanku, Kankim Bamu usw. abgebaut wurden. Ein Teil derselben soll nach Phillips-Louis[5]) außer Turmalin angeblich auch „titaniferous iron ore“ (?) und geringe Mengen von Blende, Bleiglanz, Eisen- und Kupferkies enthalten haben. Das Nebengestein ist scheinbar in Laterit umgewandelt und unbestimmbar. Der an der Goldküste in den letzten Jahren betriebene Goldbergbau hatte aber nicht diese Gänge, sondern goldhaltige Konglomerate zum Gegenstand, von denen später die Rede sein soll. Hier sei nur noch erwähnt, daß bei Wassau in einer weiten Erstreckung Itabirite gerade so wie in Minas Geraes goldführend sind.

Die Mehrzahl der Golderzgänge **Australiens**[6]) wird als Goldquarzgänge bezeichnet. Als solche sollen im folgenden die meisten Vorkommnisse hier ihre Besprechung finden, wenn wohl auch bei manchen die Beteiligung der Sulfide eine erheblichere zu sein scheint, als es dem strengen Begriff der Goldquarzformation entspricht. Insbesondere über die relative Verbreitung von Kupfer-

[1]) Siehe u. a. C. Peters, Im Goldlande des Altertums; Forschungen zwischen Zambesi und Sabi, München 1902. — Futterer, Afrika in seiner Bedeutung für die Goldproduktion, 1895, 159—163, Lit.

[2]) Liebenam nach Alford, Goldbergbau in Ägypten; Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 9—15.

[3]) Dantz, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LII, 1900; Sitz.-Prot., 43, 47—48.

[4]) Del Boca, Sur la géologie et les gisements aurifères du Boeni; Compt. Rend. des réunions de la Soc. de l'Industrie Minérale, 1897, 221—227.

[5]) Ore deposits, II, ed. 728.

[6]) Schmeißer und Vogelsang. Die Goldfelder Australasiens, Berlin 1897. Mit geologischer Karte. — Daintree, Note on certain modes of occurrence of Gold in Australia; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXIV, 1878, 431—438. — Wolff, Das australische Gold, seine Lagerstätten und seine Associationen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXIX, 1877, 82—184, Lit. — Don, The genesis of certain auriferous lodes; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVII, 1898, 564—668; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 357—363. — Babu, Les mines d'or de l'Australie; Ann. d. mines (9), IX, 1896, 315 bis 395. — Ranft, Origin and formation of auriferous rocks and gold, Sidney 1889. — Phillips and Louis, Ore deposits, II. ed., 619—720. — Die offiziellen Berichte der montanistischen und geologischen Landesanstalten.



kies und Arsenkies auf den zahlreichen Gängen liegen noch zu wenig genaue Mitteilungen vor. Mit Hinsicht darauf, daß die im nachstehenden behandelten Gänge über einen Kontinent von etwa 7630000 qkm verbreitet sind, wird man eine Gleichförmigkeit derselben nicht erwarten dürfen. Sie setzen tatsächlich in den verschiedensten Gesteinen, sowohl Sedimenten, wie alten und jungen Eruptivgesteinen auf.

Sämtliche australische Provinzen besitzen Goldlagerstätten, Gänge wie Seifen; über einzelne Vorkommnisse, deren Goldgehalt für eruptiver Entstehung gehalten wird, wurde früher (S. 70) gesprochen. Die hauptsächlichsten gangförmigen Goldlagerstätten Australiens sind in folgenden Gebieten:

1. Neusüdwales (Wagonga, Wyalong, Hillend und viele andere).
2. Viktoria (besonders Bendigo, Ballarat, Walhalla).
3. Queensland (besonders M. Morgan, Gympie, Charters Towers).
4. Westaustralien (Coolgardie, Kalgoorlie, Murchison-Goldfeld usw.).
5. Neuseeland (Hauraki-Goldfeld).

Die Tellurgoldgänge von Westaustralien und die in Propylit aufsetzenden Gänge von Hauraki, welch letztere nicht zu den Goldquarzgängen gehören, sollen später beschrieben werden. Hier kann von den zahlreichen übrigen Vorkommnissen nur eine kleine Anzahl besser bekannter namhaft gemacht werden.

In **Neusüdwales** tritt Goldquarz in einfachen Quergängen und in zusammengesetzten Gängen im Kalkschiefer, in Lagergängen im Glimmerschiefer, im Silur, und an zahlreichen Orten auch im Granit auf. Im Wagonga-Goldfeld ist der Granit längs der Gänge stark zersetzt und selbst dermaßen mit Gold imprägniert, daß er verpocht wird. Viele Gänge finden sich im Hornblendegranit; ihre Füllung besteht oben aus Quarz, Brauneisenerz und Gold und allerlei sekundären Mangan-, Kupfer- und Bleiverbindungen, in der Tiefe aus goldführendem Quarz, Pyrit, Zinkblende und Bleiglanz, stellenweise auch mit viel Arsen- und Kupferkies. Die Gänge streichen nach verschiedenen Richtungen, seltener parallel, wie zum Teil im Wyalong-Goldfelde. Die dortigen Goldquarzgänge haben eine so wechselnde Mächtigkeit, daß sie als Linsengänge bezeichnet werden können. Einen besonderen Charakter besitzen die zu Hillend[1]) abgebauten Gänge; sie liegen scheinbar konkordant in Schieferschichten und führen neben Quarz viel Pyrit, Kupferkies, Carbonspäte und Pyrophyllit ($H_2Al_2Si_4O_{12}$). In einem Gange, wo der Tonschiefer durch Pressung zermürbt und tonig geworden war, nahm der Goldgehalt des Tones und der Gangfüllung, welche viel Pyrophyllit zeigte, derart zu, daß Stücke von 0,1—0,18 cbm Inhalt 100—150 kg Gold enthielten und die von jener Stelle geförderte Gesamtmasse Erz von 12300 t 4167,4 kg Gold mit 910—912 Tausendteilen Feingehalt ergab. Außer den Golderzgängen sind besonders in Neusüdwales auch ältere und jüngere Goldseifen verbreitet.

---

[1]) Watt, Quartz reefs of the Hill End and Tambaroora district. New South Wales; Ann. Rep. Dep. of Min. and Agric. of New South Wales, 1898, 172—177; Ref. Transact. Inst. Min. Eng., 1899—1900, 502—504.



Wichtiger als die soeben besprochenen sind die Goldfelder von **Viktoria**,[1]) dem südöstlichsten Staate des australischen Kontinents. Die Gänge von Ballarat und Bendigo setzen hauptsächlich in Schiefern und Sandsteinen auf, denen silurisches Alter zugeschrieben werden kann. Die Lagerstätten von Ballarat, 118 km nordwestlich von Melbourne, sind teils Quer-, teils Lagergänge mit Quarz. In diesem ist in dem frischen Erz der Teufe das Gold teils in sichtbarer oder unsichtbarer Verteilung als Freigold enthalten, teils an Pyrit und Arsenkies gebunden, die mitunter in derberen Massen einbrechen. Bleiglanz und Zinkblende sind gleichfalls verbreitet. Die Quergänge sind häufig zusammengesetzte und durchziehen teilweise stockwerkförmig die steil einfallenden, stark gefalteten Gesteine. Die von Bendigo bekannten saddle-reefs spielen hier keine Rolle. Man unterscheidet zu Ballarat ein westliches und ein östliches Grubenfeld; ersteres ist 8, das zweite 14 km lang. Eine bemerkenswerte Erscheinung sind im östlichen Felde die „Indikatoren“, das sind dünnschichtige, bituminöse, mit Pyrit imprägnierte Schiefer, die stellenweise zu mehreren in einer nur 300 m mächtigen Zone untereinander parallel laufen. Der hauptsächlichste „Indikator“ ist mit nordsüdlichem Streichen 14 km weit verfolgt worden. Es soll später noch ausführlicher auf die Veredelung eingegangen werden, welche die Goldquarzgänge bei der Durchkreuzung dieser erzhaltigen Bänke erfahren. Der durchschnittliche Goldgehalt der Gänge von Ballarat wird mit 12 g in der Tonne angegeben.

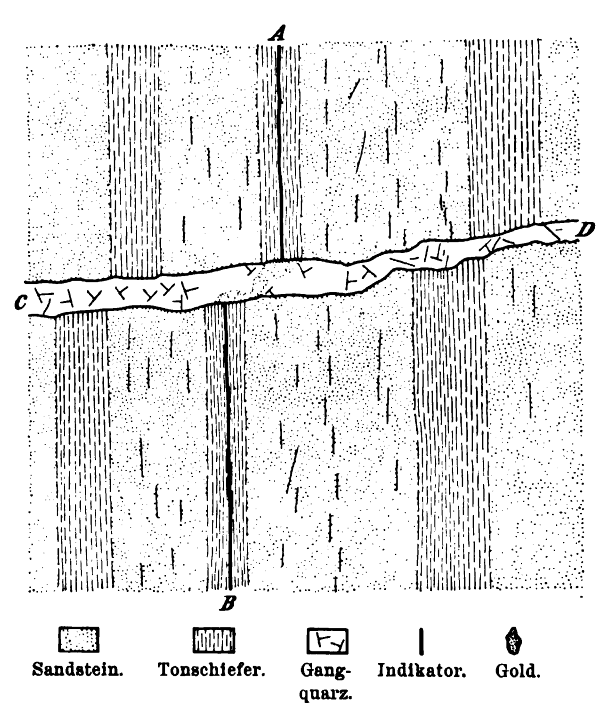


Fig. 146. Veredelung eines Goldquarzganges durch eine kohlig-pyritische Tonschicht („Indikator“) zu Ballarat. (Rickard, 1901.)

[1]) Rickard, The Bendigo gold-field; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XX, 1892, 463—545. — Ders., The origin of the gold-bearing quartz of the Bendigo reefs; ebenda XXII, 1894, 289—321. — Ders., The indicator vein, Ballarat, Australia; ebenda XXX, 1901, 1004—1019, Lit. — Dunn, Report on the Bendigo goldfields; Publ. by the Vict. Mines Dept., 1893. — Samuels, Origin of the Bendigo saddle reefs, Bendigo 1893; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 95—96.

Die tiefsten Gruben Australiens liegen im Sandhurst- oder **Bendigo-Distrikt**, 160 km nordnordwestlich von Melbourne, im oberen Stromgebiet des Murray-River. Die untersilurischen Sandsteine und Schiefer wurden in eine

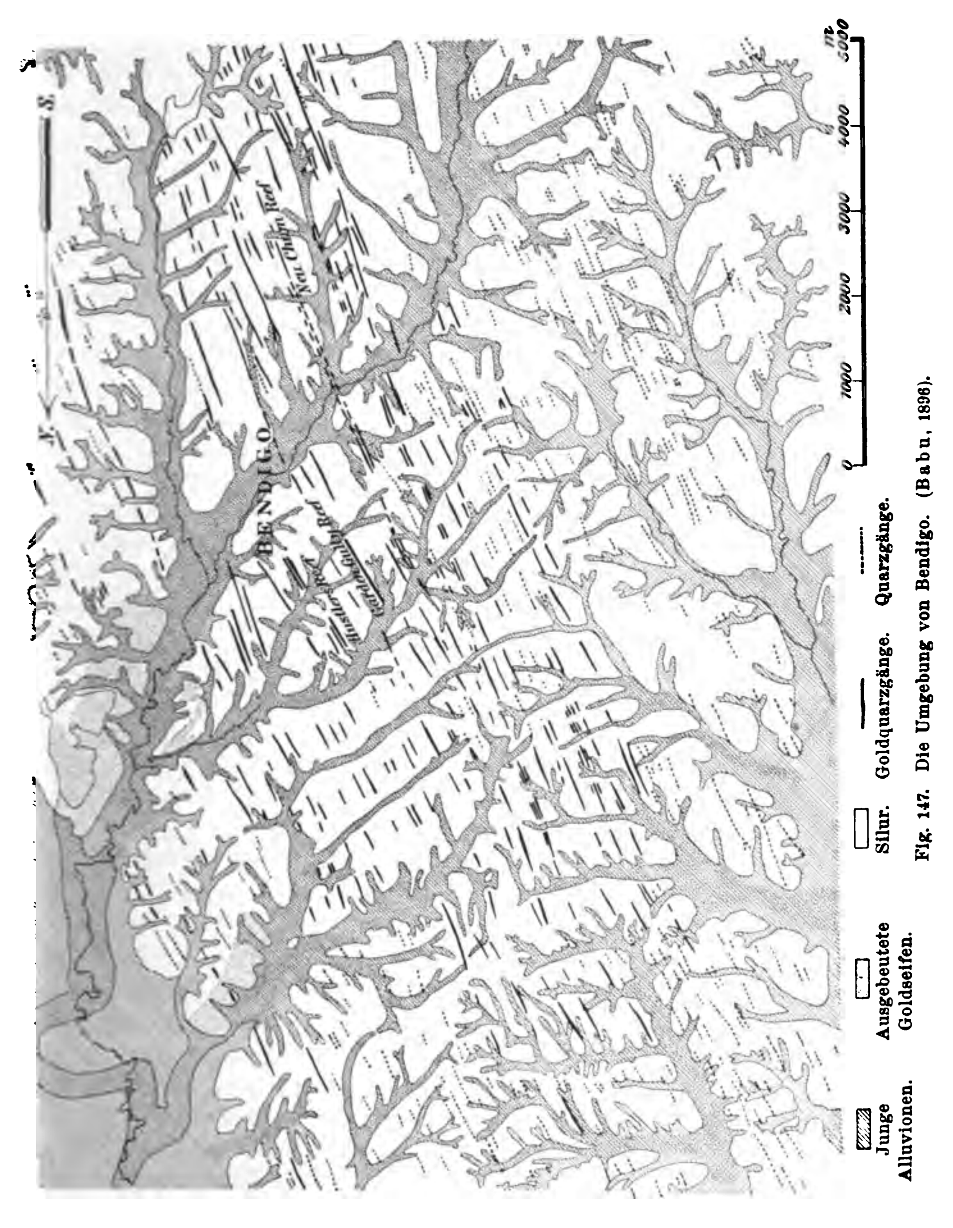


Fig. 147. Die Umgebung von Bendigo. (Babu, 1896).

Folge von zahlreichen nebeneinander streichenden Sätteln und Mulden gefaltet. Die Goldquarzlagergänge sind den Schichten meistens innerhalb der Sättel, seltener in den Mulden konkordant eingelagert und bilden die „saddle-reefs“

(s. S. 514—515). Man hat über elf parallelen Sätteln solche mehr oder weniger mächtige Goldquarzlagerstätten angetroffen, aber nur drei, der New Chum-, der Garden Gully- und der Hustlers-Sattel, wo mehrere solche Lagergänge übereinander liegen, sind in Abbau genommen worden (Fig. 136—138 S. 514). Die Erstreckung der goldquarzführenden Sättel reicht nachweislich bis zu 22 km. In den Victoria- und New Chum-Minen hat man bis zu 731 m Tiefe 30, auf anderen Schächten dagegen nur wenige saddle-reefs durchteuft; „in einigen Bergwerken folgen die Erzkörper einander so häufig, daß man in demselben Querschlage die Kuppe des unteren Sattelganges, nur durch geringe Gebirgsmittel getrennt, zwischen den Schenkeln des oberen findet". (Schmeißer.) Gesteinsgänge, z. B. von Monchiquit, treten auch in diesem Grubenfeld auf. Südlich des Silurgebiets von Bendigo liegt ein Massiv von Granit, der jünger ist als das Silur. Die Hauptmasse der Golderzgänge bildet auch hier Quarz mit Gold, Pyrit, Arsenkies, Zinkblende und Bleiglanz. Das Bendigo-Goldfeld wurde 1851 erschlossen.

In obersilurischen Schichten liegen teilweise die Golderzgänge von Walhalla (in Nordgippsland, 192 km östlich von Melbourne). Während zu Bendigo und Ballarat die die Schichten durchbrechenden Gesteinsgänge fast immer jünger sind als die Goldquarze, werden hier teilweise mächtige „Diorit-" gänge bald von den Erzgängen mehr oder weniger horizontal durchzogen oder an einem oder an beiden Salbändern von solchen begleitet (vergl. S. 509).

In **Queensland** sind die drei wichtigsten Golddistrikte diejenigen von Mount Morgan, Gympie und Charters Towers. In dem kleinen Gympie-Distrikt (26° s. Br.) herrschen die in Queensland weit verbreiteten, flach einfallenden Grauwacken, Sandsteine, grauen und schwarzen kohlehaltigen Schiefer, Konglomerate, Breccien und Kalke permo-carbonischen Alters mit Zwischenschaltungen von effusiven Mandelsteinen, Aschen und intrusiven Grünsteinmassen (die „Gympie-Formation"). Die meisten Sedimente sind mehr oder weniger reich an Schwefelkieseinsprengungen. Die Grünsteine erweisen sich als der Goldführung der Quarzgänge ungünstig, die kohle- und pyrithaltigen Schiefer günstig. Das Goldfeld von Charters-Towers (20° südlicher Breite) ist eines der reichsten Australiens. Das Nebengestein der in sehr verschiedenen Richtungen streichenden Gänge bildet Hornblendegranit, der Übergänge in Granitit erkennen läßt, bezw. Tonalit. Viele der durchschnittlich 1 m mächtigen Gänge sollen zutage nicht nachweisbar sein. Ihre Mineralführung ist ähnlich derjenigen der übrigen bis jetzt besprochenen australischen Goldquarzgänge. Der gegenwärtig am intensivsten abgebaute Gang ist der Brilliant-Gang mit einem Goldgehalt bis zu 60 g pro Tonne; derselbe verdrückt sich wiederholt zur einfachen Lettenkluft, um sich dann wieder zu Gangkörpern zu erweitern, die nicht selten 2 m mächtig werden.

Die reichste Goldgrube Australiens war eine Zeitlang diejenige von **Mount Morgan**[1]) in Queensland, unter 23° 40′ südlicher Breite, nahe der Ostküste

[1]) Rickard, The Mount Morgan Mine, Queensland; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XX, 1892, 133—154; Ref. N. Jahrb., 1893, II, —350—351—. — Ders., Eng. Min. Journ., LII, 1891, 214—216, 240—241. — Jack, Die Mount Morgan-Goldlager; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIX, 1890, 160—161. — A new remarkable gold deposit Eng. Min. Journ., XXXIX, 1885, 168.



gelegen. Die nächste, 42 km entfernte Stadt ist Rockhampton; die Grube selbst liegt im Krokodil-Goldfeld. Die große Ergiebigkeit von Mount Morgan erhob Queensland im Jahre 1889 auf die erste Stelle unter den golderzeugenden Provinzen Australiens und sie konnte damals überhaupt als die mächtigste Golderzlagerstätte der Erde gelten. Der Mount Morgan stieg früher als ein 150 m hoher Kegel über die Talsohle des Linda Creek an. Er selbst bestand aus Quarz, die Umgebung wird vom kretazeischen Wüstensandstein gebildet, welcher den vorhin erwähnten permo-carbonischen Gympie-Schichten aufruht. Seitdem im Jahre 1873 dort Gold entdeckt worden war, wurde der Quarz steinbruchmäßig abgebaut, und der ehemalige Hügel ist jetzt, nachdem jahrelang Hunderttausende von Tonnen Erz gebrochen wurden, fast völlig verschwunden.

Der Ausstrich der Lagerstätte bestand aus einer zerreiblichen, zum Teil sehr quarzigen, zum Teil aus Eisen- und Manganerzen bestehenden Masse; der Quarz war mitunter mürbe und zuckerkörnig oder sinterartig, das Brauneisenerz in Drusen stalaktitisch oder nierenförmig ausgebildet. Manchmal war der Quarz dieses eisernen Hutes so porös und leicht, daß er wie Bimsstein auf Wasser schwamm. Gold war im Ausstrich reichlich und bis zur Größe eines Daumennagels vorhanden. Massen von Kaolin und Ocker nahmen gleichfalls an der Zusammensetzung des eisernen Hutes teil. Der Erzkörper wird von verschiedenen von Rickard als Felsite und Dolerite bezeichneten Gesteinsgängen durchbrochen, zwischen welchen in den oberen Zonen mächtige Partien des sinterigen Gangquarzes mit wechselndem Goldgehalt lagerten. Die Höhe des eisernen Hutes betrug etwa 90 m, darunter wurde die Masse pyritführend. Die im oberen Teile der Lagerstätte angesetzten Stollen stellten eine Mächtigkeit von 100 m in nördlicher und eine beinahe ebenso große in östlicher Richtung fest. Der Goldgehalt des Gangausstrichs war ein enormer, stellenweise enthielt die eisenschüssige Kieselmasse 19,845 kg in der Tonne. In dem Maße, wie die durchsetzenden Eruptivgesteine frischer wurden, wurde auch die Gangmasse mehr und mehr zu pyritführendem Quarz mit rasch abnehmendem Goldgehalt. Auf den Brauneisenstalaktiten des veränderten Ausstrichs findet sich übrigens Gold als jüngere Bildung. Nach Jacks Untersuchung soll ein Teil der Kieselsäure im Gangausstrich wasserhaltig, also kolloidal sein. Schmeißer zeigt in einer Tabelle, wie sich der Goldgehalt der Lagerstätte allmählich mit zunehmender Tiefe verringert hat; er betrug:

im Halbjahre bis 1. Juni 1887 . . .	181,4	g	pro	Tonne.
„ „ „ 1. Dezember 1888 .	155	„	„	„
„ „ „ 1. „ 1889 .	125,6	„	„	„
„ „ „ 1. „ 1891 .	64,85	„	„	„
„ „ „ 1. „ 1893 .	51,5	„	„	„
„ „ „ 1. April 1896 . . .	48,2	„	„	„

Im Jahre 1897[1]) wurde der Goldgehalt zu etwa 35 g, im Jahre 1902 zu etwa 20 g pro Tonne angegeben. Im Jahre 1903 hat der Durchschnittsgehalt der verarbeiteten Quarze nur 15 g betragen.

[1]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVII, 1898, 491.

Jack (1884) hatte die Mount Morgan-Lagerstätte als Überrest einer gewaltigen Ablagerung von goldhaltigem Geisirsinter erklärt, und daraufhin ist sie auch von anderen Seiten als Beispiel dafür zitiert worden, daß die Tätigkeit heißer Kieselquellen Goldlagerstätten zu bilden vermöge.[1]) Die sinterige Beschaffenheit des Quarzes, die sich übrigens im Ausstriche vieler Goldquarzgänge anderer Gebiete wieder findet, war für ihn einer der Beweise für diese Annahme. Rickard, der die Abbaue in ihrer späteren Entwickelung kennen lernte, hat die Unhaltbarkeit dieser Auffassung dargetan, welche der Lagerstätte eine so merkwürdige Ausnahmestellung zugewiesen hätte. „Die ungewöhnliche Größe und der außerordentliche Reichtum des Mount Morgan-Lagers, seine romantische Entdeckungsgeschichte und darauf seine fabelhafte Produktion haben dazu beigetragen, ihm eine Sonderstellung unter den Erzlagerstätten zuzuschreiben. So geht es oft bei neuen Entdeckungen, und es ist nicht das erste Mal, daß der Geisir für den ratlosen Geologen der deus ex machina sein mußte" sagt Rickard zutreffend. Wichtig für die Erkenntnis des Wesens der Lagerstätte war der Nachweis, daß sie, wenn auch mit verringerter Mächtigkeit, in die Tiefe setzt; dazu ergab sich aber, daß sie offenbar keine größere streichende Ausdehnung hat,[2]) wie sie einem gewöhnlichen Gang zukäme. Rickard hat sie deshalb als eine durch wiederholte eruptive Durchbrüche zerrüttete Gesteinszone erklärt, welche durch kieselsäurehaltige Wässer in Quarzmasse umgewandelt worden sei. Wahrscheinlich sei es die Grauwacke der Gympieformation gewesen, welche einer solchen „metasomatischen Verdrängung" durch zirkulierende Wässer zum Opfer gefallen sei. Der Goldgehalt des Quarzes soll, entsprechend der Sandbergerschen Theorie von der Lateralsekretion den pyritreichen Quarziten der Gympieformation und dem Wüstensandstein entstammen. Diese Erklärungsweise spiegelt die vor etwa 15 Jahren in Amerika unter dem Einflusse Emmons' und Sandbergers herrschenden Anschauungen wieder und kann nicht befriedigen, weil sie durch keine mikroskopischen und chemischen Untersuchungen und keine Berechnungen gestützt wird. Scheinbar ist die Mount Morgan-Lagerstätte ein mächtiger Trümerstock mit intensiver Verkieselung des Nebengesteines, der in seinem verwitterten Ausstrich nur ein weiteres ausgezeichnetes Beispiel für die Bildung eines eisernen Hutes mit abwärts gerichteter Wanderung des Edelmetalles darbot. Rickard hat die Brauneisenmanganerzmassen dieses Gangausstrichs mit dem um dieselbe Zeit abgebauten Ausstrich von Broken Hill verglichen.

Broken Hill, Mount Lyell und Mount Morgan sind die drei zuletzt erschlossenen wichtigeren australischen Lagerstätten, welche durch ihren enormen Reichtum von sich reden machten. Im Jahre 1873 wurde der Goldquarz von Mount Morgan durch einen Farmer entdeckt, seit 1886 der Berg in größerem Maßstabe durch eine Gesellschaft mit 20 Mill. Mark Kapital in Abbau genommen.

---

[1]) Jack, Die Goldlager des Mount Morgan in Queensland; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIV, 1885, 336—338. — Weed, A gold-bearing hot spring deposit; Am. Journ. of Sc. (3), XLII, 1891, 166—169; Ref. N. Jahrb., 1894, I, —87—. — Danach ergaben zwei Analysen des sinterigen, für Geisirsinter gehaltenen Quarzes von Mount Morgan folgende Zahlen:

	I.	II.		I.	II.
SiO_2	94,02	93,88	K_2O	—	0,23
Al_2O_3 }	2,27	1,72	SO_3	—	0,20
Fe_2O_3 }		0,14	NaCl	—	0,18
CaO	0,07	0,25	H_2O	1,07 }	3,37
MgO	Spur	0,07	Glühverlust	2,29 }	
Na_2O	—	0,28		99,72	100,32

[2]) Ob dabei etwa Verwerfungen beteiligt sind, ist scheinbar nicht festgestellt.

Die Anteilscheine hatten Ende 1888 den 17 fachen Wert erreicht. Schon wenige Monate nach Eröffnung der Grube waren an die Münze zu Sidney über 300 kg Gold geliefert worden, welches den außerordentlich hohen Feingehalt von 997 Tausendteilen besaß und silberfrei war; es enthielt nur wenig Kupfer und Eisen. Nach dem letzten Jahresbericht hat man im Gange eine besonders kupferreiche Zone mit $3^1/_2$ % Kupfer und 12 g Gold in der Tonne angefahren. Im Jahre 1903 betrug der Goldgehalt des geförderten Erzes 3653 kg.

Auf der Südinsel von **Neuseeland**[1]) sind Goldquarzgänge u. a. in carbonischen Schiefern zu Reefton und in Phylliten und Glimmerschiefern zu Macetown (in Otago) in Abbau genommen worden. Die letzteren sind z. T. als wenig mächtige, linsenförmige Einlagerungen ausgebildet. Von einigen anderen Golderzgängen dieser Insel wird späterhin noch die Rede sein.

Einige in letzter Zeit mehrfach genannte, als aussichtsvoll geltende Goldquarzvorkommnisse sind diejenigen in der Gegend von Redjang Lebong und Lebong Soelit im südlichen Teil von **Sumatra**, etwa 150 km nordnordöstlich vom Hafen Benkoelen. Die beiden Orte sind einander benachbart und die Gänge sollen sich auch insofern ähnlich sein, als beide in Andesit und Porphyr (?) auftreten. Der außerordentlich dichte Gangquarz enthält das Edelmetall in ungemein feiner Verteilung; dasselbe ist von viel Silber, etwas Kupfer, Blei und zu Redjang Lebong merkwürdigerweise von nicht unbeträchtlichen Mengen Selen begleitet.[2])

Die Lagerstätten sind ebenso wie ihr Nebengestein sehr verwittert; ein Teil des Quarzes ist zu Lebong Soelit dunkel und mit Sulfiden von Blei und Zink durchwachsen, ein anderer ist weiß oder eisenschüssig und enthält etwas Freigold. In neuerer Zeit ergab sich, daß dort der größere Teil des Goldes an Bleiglanz und silberhaltiges Antimonfahlerz gebunden ist. Die bisherigen Betriebsresultate lassen scheinbar noch keinen endgültigen Schluß darüber zu, ob diese Lagerstätten wirklich zu den eigentlichen Goldquarzgängen gehören. Die oberen Teufen von Lebong Soelit sind bereits durch die Eingeborenen und Hindus abgebaut worden.

In Nordcelebes stehen die reichsten Golderzgänge im Zusammenhang mit dem Auftreten teilweise andesit- und doleritähnlicher Ganggesteine, wie Dioritporphyrit, Amphibolporphyrit, Diabasporphyrit, Augitporphyrit, Olivindiabas, Olivindiabasporphyrit und Hypersthenporphyrit, die eine ziemlich flachfallende Schichtenfolge von Tuffen und vulkanischen Agglomeraten durchsetzen. Das wichtigste Goldganggebiet an der „Goldküste von Celebes“, wie der Küstenstrich nördlich des bis zu 2100 m ansteigenden Bolio-Husu-Gebirges wohl auch genannt wird, ist das von **Soemalata.**[3]) Dort ruht die Eruptivbreccie diskordant auf einer Folge von steil aufgerichteten, durch den Bolio-Hutu-Granit intensiv kontaktmetamorph veränderten, hornfelsähnlichen Schichten unbekannten Alters. Die reichsten Golderzgänge sind besonders an einen sehr feldspatreichen, leicht

---

[1]) Don, The genesis of certain auriferous lodes; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVII, 1898, 581—584.

[2]) Liebenam, Vorkommen und Gewinnung von Gold in Niederländisch-Ost-Indien; Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 226—229. — Mündliche Mitteilungen von Bergingenieur Grammel und II. Jahresbericht der Mijnbouw Maatschappij Ketahoen, 1903. — Merz, Über die Zugutemachung stark schlammbildender und im Nebengestein äußerst fein eingesprengter Gold-Selen-Silbererze; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LII, 1904, 59—62, 70—72 usw. — Ders., Metallurgie, I, 142—148, 163—168, 185—189.

[3]) Molengraaff, Über die Geologie der Umgegend von Sumalata auf Nord-Celebes und über die dort vorkommenden goldführenden Erzgänge; Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 249—257. — Ders. im Jahresber. der Mijnbouw Maatschappij „Soemalata“ für 1901.



verwitternden, andesitähnlichen Dioritporphyrit gebunden, der wohl auch als Propylit bezeichnet worden ist. Die Mächtigkeit der Gänge schwankt sehr und ist allgemein eine geringe; nur im Südgang, dem wichtigsten, erreicht sie 1,25 m. Gangart ist Quarz, untergeordnet Kalkspat. In Drusen ist ersterer in Prismen kristallisiert, welche Freigold umschließen. Letzteres kommt auch, innig mit Quarz durchwachsen, stellenweise in recht reichen Partien vor; aber auch gerade sehr reiche Erze lassen überhaupt keine Goldeinsprengungen erkennen. Sulfide sind in ziemlicher Menge vorhanden; Arsenkies, Magnetkies und Pyrit sind darunter die verbreitetsten. Kristalle des ersteren samt solchen von Bleiglanz und brauner Blende beobachtet man auf Drusen. Kupferkies tritt zurück. Eine 290 m breite Adelszone hatte auf dem Südgange in etwa 20 Monaten über 200 kg Gold ergeben. Der durchschnittliche Goldgehalt der um 1901 abgebauten Erze betrug 38 g. Der Südgang ist im allgemeinen reicher an Gold als an Silber, die sogen. Veta Nueva hingegen führt in den bis jetzt erreichten oxydierten oberen Teufen erheblich mehr von letzterem als von ersterem Metall.

In Europa haben echte Goldquarzgänge nur eine untergeordnete Bedeutung.

Die cambrischen Quarzite Thüringens sind besonders bei Steinheid goldführend, wenn auch in sehr geringem Maße. Deshalb wurde ehedem an verschiedenen Stellen, wie an der westlichen Seite des Wurzelberges, im Goldistal und zuletzt noch aus der Schwarza Gold gewaschen.[1])

Vor einigen Jahrhunderten sind die Goldgänge von **Reichmannsdorf**[2]) am südöstlichen Thüringerwald ausgebeutet worden, und man hat auch neuerdings den Bergbau daselbst wieder aufzunehmen versucht. Die nach verschiedenen Richtungen streichenden Quarzgänge sind bis zu 0,3 m mächtig und enthalten Eisenglanz, Eisenkies und etwas Kupferkies, ferner Siderit und Schwerspat; der Gold- und Silbergehalt ist so gering, daß er den Abbau nicht lohnt. Es erscheint fraglich, ob sie zu den eigentlichen Goldquarzgängen gehören.

In Böhmen[3]) ist früher an vielen Orten Goldbergbau auf Seifen und Gängen betrieben worden Da einige der z. T. noch jetzt bearbeiteten Gänge der Antimonit-Goldformation angehören, so soll über dieselben später gehandelt und hier zunächst das Vorkommen von **Eule** (Ilova),[4]) nördlich der Einmündung der Sazawa in die Moldau, 20 km südlich von Prag, erwähnt werden. Es scheinen z. T. zusammengesetzte Gänge zu sein, welche neben vorwaltendem Quarz zuweilen Kalkspat und als Erze goldhaltigen Eisenkies, selten goldhaltigen Antimonglanz, im Ausstriche goldführendes Brauneisen enthalten. Ihre Mächtigkeit wird von 0,3 bis zu mehreren Metern angegeben. Die Schichten bei Eule gehören nach Helmhacker dem untersten Cambrium an und sind einem Granitstock benachbart. „In der Nähe des Kontaktes ist der Granit etwas amphibolhaltig, die Schiefer steil oder stark westlich verflächend. Mehr gegen das Hangende folgt eine sehr mächtige Eruptivzone, welche bis Bohulib reicht und von Phylliten, die im allgemeinen nach Nordwest verflächen und Lager von Grauwacken, auch Grauwackenkonglomeraten, eingeschaltet enthalten, bedeckt wird. Die Gesteine

[1]) Loretz, Beitrag zur geologischen Kenntnis der cambrisch-phyllitischen Schieferreihe in Thüringen; Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1881, 208.

[2]) Loretz, Erl. z. geol. Specialk. von Preussen; Blatt Gräfenthal, 1892, 11.

[3]) Pošepný, Die Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer; Arch. f. pr. Geol., II, 1895, 16—484.

[4]) Posepný, l. c. 57—133, Lit. — Babánek, Kurze Schilderung der neuen Gangaufschlüsse von Eule; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XIV, 1864, Verh. 38—40. — Die Golderzgänge von Eule in Böhmen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 181—182. — Helmhacker, Das Vorkommen der Goldgänge in Amador County, Californien, verglichen mit Eule in Böhmen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVI, 1897, 380—382.

der Eruptivzone stellen die für das Goldvorkommen wichtige Zone dar." Die Erzgänge von Eule treten hauptsächlich zwischen grünen festen (Diabas-?) Tuffschiefern und Phylliten, z. T. auch in Berührung mit Porphyren auf. Der Bergbau ist gegenwärtig nur geringfügig, eine Goldgewinnung fand in den letzten Jahren nicht statt.

Am Berg **Roudny**,[1]) im Bezirk Beneschau, 60 km SSW. von Prag, setzen in Granit, „Gneisgranit" und Amphibolit zahlreiche WO. streichende, steil einfallende, meistens nur millimetermächtige, mit Quarz und Schwefelkies erfüllte Gänge auf; der als wichtigstes Sulfid auftretende Schwefelkies ist goldführend, und Gold kommt in feinster Verteilung und in Blechen und undeutlichen Kristallen auch im Quarz vor. Die größeren Kieskristalle sind goldärmer als die dichteren Kiesaggregate. Diese Kies-Gold-Quarzgänge sind, soweit sie im Granit aufsetzen, begleitet von mehrere Meter breiten Zonen, innerhalb deren eine Verdrängung des Feldspats und Glimmers durch Kieselsäure unter gleichzeitigem Absatz von Gold und Eisenkies stattgefunden hat. Auf solche Weise entstanden längs der drei gegenwärtig im Abbau befindlichen Gänge breite, vom Granit nicht scharf geschiedene, abbauwürdige Imprägnationszonen, die sich in der Scharung der drei Gänge zu einer einzigen, besonders goldreichen vereinigen. Der Goldgehalt schwankt im allgemeinen zwischen 3 und 30 g, erreicht aber auch 100 g in der Tonne. Der Amphibolit hat keine Imprägnation und Umwandlung erfahren. Das Rohgold hat einen mittleren Silbergehalt von 40 %.

Der Roudnyer Bergbau reicht vielleicht bis über das XII. Jahrhundert zurück, kam scheinbar im XV. in Verfall und war zuletzt von etwa 1760 bis 1826 in Betrieb. Die Wiedereröffnung geschah 1892, aber erst seit 1904 bestehen dort große bergbauliche Anlagen und bildet Roudny das hauptsächlichste cisleithanische Goldbergwerk.

Von schlesischen Goldquarzgängen seien diejenigen von Würbental[2]) und Engelsberg genannt; wie aus Pingenzügen erkennbar ist, hat dort, am Querberge bei Zuckmantel und an der Goldkoppe bei **Freiwaldau** vor alter Zeit, urkundlich sicher schon im XIV. Jahrhundert, ein ausgedehnter Bergbau stattgefunden, der neuerdings wieder aufgenommen worden ist. Die Quarzgänge sind linsenförmig und im allgemeinen mit konkordanter Lagerung den devonischen Schiefern eingeschaltet, welche außerdem Kalk- und Dioritlager umschließen. Ihre Mächtigkeit beträgt höchstens $^1/_2$ m; ihre Erzführung besteht in den unteren Teufen aus Pyrit, der Goldgehalt soll konstant sein und 30—40 g per Tonne betragen. In derselben Gegend hatte in früheren Zeiten auch eine lebhafte Goldwäscherei stattgefunden.

Über das Vorkommen des Goldes in Lettenklüften, welche den Urtonschiefer im Kreise Löwenberg in Schlesien (bei Schmottseifen und Liebental) durch-

---

[1]) Krusch, Das Goldvorkommen von Roudny in Böhmen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., 1902, LIV. Sitz.-Prot., 1—8. — Eypert, Der Goldbergbau am Roudny in Böhmen; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., LIII, 1905, 83—88, 101—105.

[2]) Rainer, Die goldhaltigen Lagerstätten bei Dürrseifen in Österr.-Schlesien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVIII, 1890; Ver.-Mitt., 107—109. — Gürich, Die Goldlagerstätten bei Würbental in Österr.-Schlesien; Sitzber. Schles. Ges. vaterl. Cultur, 1897; Ref. N. Jahrb., 1898, I, —71—, und Chemiker-Ztg., XXI, 1897, 1. Sem., 307. — Siehe auch Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 92, Fußn. — Kosmann, Der Goldbergbau an der Goldkoppe bei Freiwaldau in Österr.-Schlesien; Glückauf, XXIV, 1888, 171 bis 172, 179—180. — Iwan, Kurze Mitteilungen über den Goldbergbau auf der Goldkuppe bei Freiwaldau; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVI, 1888, 68—70, 77—80. — Lowag, Die Diorite des Altvatergebirges mit Bezug auf die goldführenden Quarzgänge des Unterdevons; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXI, 1902, 513—517.

setzen und selbst von Quarzschnüren durchtrümert werden, hat v. Rosenberg-Lipinsky ausführlicher berichtet.[1])

Einige Bedeutung besaßen zeitweise die Golderzlagerstätten östlich von Zell an der Ziller im Zillertal (Tirol), unter denen die wichtigsten diejenigen am Tannenberg und **Heinzenberg,**[2]) unmittelbar bei Zell, sind. Auch hier sind die Lagerstätten scheinbar ausschließlich als Lagergänge entwickelt, welche mit den umgebenden Tonglimmerschieferschichten gleiches O.—W. gerichtetes Streichen und ein unter 65—75° nach Süden gerichtetes Fallen besitzen. Man kennt zwei Gruppen von solchen durchschnittlich 2 m mächtigen „Lagern", welche durch eine taube Zone von 200—300 m Breite voneinander getrennt sind. Der Goldgehalt ist innerhalb der Lager hauptsächlich gebunden an Adelszonen („Adelsvorschübe"), d. s. reichere Gangteile, welche um 30° vom Einfallen der Linsen gegen Westen abweichen und Breiten von 50—80 m besitzen. Wie Pošepný nach A. E. Maier mitteilt, hingen diese Adelszonen mit dem Auftreten von „Blättern" (Verschiebungen?) zusammen, deren Durchkreuzungslinie in den „Lagern" jenen nach Westen abweichenden Verlauf besaß. Eine besondere Bedeutung hatte das Friedrichlager, welches 10 m mächtig war und neben goldhaltigem Schwefelkies und Arsenkies auch fein eingesprengtes, selten sichtbares Freigold führte. Auch das Nebengestein war goldführend und wurde verpocht, doch gehörte der Hauptgoldgehalt dem Lagerquarze an. Durchschnittlich soll der reiche Quarz 144, der arme Quarz 17, der Schiefer 1 g Gold per Tonne mit einem Feingehalt von 875—917 Tausendteilen ergeben haben.

Die Begründung des Zillertaler Goldbergbaues scheint erst im ersten Viertel des XVII. Jahrhunderts erfolgt zu sein.[3]) Nachdem in den letzten Jahren nur mehr eine sehr geringfügige Goldmenge erzeugt worden war, kam 1887 der Heinzenberger Bergbau zum Erliegen und ist erst im Jahre 1899, bisher scheinbar ohne größeren Erfolg, wieder aufgenommen worden.

Bei St. Michael in Lungau, südlich von den Radstädter Tauern und im oberen Flußgebiet der Mur, wurde im Jahre 1893 nächst **Schellgaden**[4]) ein im Jahre 1819 aufgelassener Goldbergbau wieder eröffnet; seine Geschichte reicht bis ins XIV. Jahrhundert zurück. Die Golderze sind gebunden an Quarzlinsen, welche in hornblendeführende Glimmerschiefer eingelagert sind; letztere gehören dem höheren Niveau einer Hornblendegneismasse an, die von gneisartigen Graniten unterlagert wird. Die bis über 2 m mächtigen Linsen „laufen nach allen Seiten spitz aus, erscheinen mannigfaltig gebogen und oft so aneindergereiht, daß, wenn die eine Linse auskeilt, eine andere sich bald entweder in der gleichen oder auch in einer benachbarten Schichtfuge wieder anlegt. Solche Quarzlinsen erreichen sehr verschiedene Mächtigkeit und wiederholen sich nicht nur neben-,

---

[1]) Die neuen Goldfunde zu Löwenberg in Preußisch-Schlesien; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 156—158.

[2]) Trinker, Der Adelsvorschub am Heinzenberg und Kleinkogel; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., I, 1850, 213—220. — A. R. Schmidt, Geognostisch-bergmännische Skizzen über die Erzlagerstätten Tyrols; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVII, 1868, 9—11, 53—55, 61—62. — Pošepný, Archiv f. prakt. Geol., I, 1880, 160—182.

[3]) v. Wolfskron, Zur Geschichte des Zeller Goldbergbaues; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIII, 1895, No. 27—34.

[4]) Pošepný, Archiv f. pr. Geol., I, 1880, 155—159, Lit. — Beyschlag, Der Goldbergbau Schellgaden in den Lungauer Tauern; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 210—212. — Redlich, Turmalin in Erzlagerstätten; Tscherm. Mitt., XXII, 1903, 502—504. — Neugebauer, Das Goldbergwerk Schellgaden; Jahresber. Realgymn. Korneuburg, 1903—1904. — Ders., Das Goldbergwerk Schellgaden; Tscherm. Mitt., XXIII, 1904, 384—386.



sondern auch übereinander". (Beyschlag.) Die bis zu 60 m langen Komplexe von mehreren solchen Linsen bezeichnet man als Lager. Die Lagerstätten führen an Erzen neben vorwaltendem Pyrit auch Kupferkies, Bleiglanz und Blende und als bemerkenswerte Bestandteile Scheelit und Turmalin. Der Goldgehalt des Erzes ist etwas geringer als der Silbergehalt; nach Beyschlag beträgt er ungefähr 10—11 g in der Tonne, welche zu etwa $^9/_{10}$ als Freigold vorhanden, im übrigen vererzt sind.

Neugebauer betrachtet die Quarzlinsen als Ausfüllung von Hohlräumen, die sich in den Schiefern durch Aufblätterung gebildet hätten; ihr Mineralbestand rühre von der Intrusion des Gneisgranits unter die Hornblendeschiefer her. Die Lungauer Golderzgänge sind nicht unerheblich goldreicher als die Golderzgänge der hohen Tauern am Sonnblick, welche weiter unten bei den Goldsilbererzgängen behandelt werden sollen.

Einer der wenigen Gangbergbaue der skandinavischen Halbinsel war die seit 1898 aufgelassene Goldgrube von **Aedelfors**[1]) im Gouvernement Jönköping. Die meisten der 0,3—0,4 m mächtigen, im Streichen meistens nur 20—25 m weit verfolgbaren Gänge sind dem Nebengestein parallel, zum Teil durchsetzen sie dasselbe. Das Letztere ist nach O. Nordenskjöld[2]) ein sehr dichter Hornblendeglimmerschiefer. Das Gold der Quarzgänge ist hauptsächlich an Schwefelkies, daneben auch an Magnetkies und Kupferkies gebunden, in geringeren Mengen als Freigold vorhanden. Neben dem Quarz tritt auch Kalkspat und Laumontit auf. Von den Erzen ist der Pyrit am goldreichsten; er enthält davon 0,06—0,1 %. Die Aedelforser Goldgänge wurden 1738 entdeckt und bis 1822, später dann von 1870 an abgebaut; von 1741—1773 hatten sie 12000 Dukaten Gold ergeben. Der letzte Produktionsnachweis für 1898 zeigt nur noch 13 kg auf. Während der ganzen ersten 82jährigen Betriebszeit wurden nur 95 kg Gold gewonnen.

Ein unbedeutender Bergbau fand von 1758—1782 auf den pyrit- und kupferkiesführenden Goldquarzgängen bei Eidsvold, 50 km nordöstlich von Christiania statt. Die wichtigeren Gänge von Svartdalen und Thelemarken gehören zu der turmalinführenden Kupfererzformation, diejenigen von Bömmelö sind wismuthaltig und werden deshalb weiter unten besprochen werden.

In der Grafschaft **Merionetshire** (Wales)[3]) treten bei Barmouth und Dolgelly goldführende Gänge in kambrischen Schichten auf und sind früher mit wenig Erfolg zu Clogau abgebaut worden. Die Füllung des dortigen bis zu 3 m mächtigen St. Davidsganges besteht aus Quarz und etwas Kalkspat, welch letzterer Freigold führt, wenn er körnig und zerreiblich ist; ferner aus Pyrit, Kupferkies und mitunter Tetradymit. Der Goldgehalt war zu gering, um den Abbau zu lohnen. Das ganze Goldausbringen in Nordwales von 1844—1866 betrug nur 400 kg. Nach längerer Zeit der beinahe vollständigen Vernachlässigung ist bei Dolgelly seit 1888 wieder Bergbau, der z. B. im Jahre 1894 132 kg Gold produzierte. Der von Phillips und Louis beschriebene zusammengesetzte Gang setzt in Tonschiefer auf, hat einschließlich der von ihm umschlossenen „horses" von Nebengestein eine Mächtigkeit von 4 bis über 20 Fuß und führt wenig Freigold, Eisenkies, Arsenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Blende. In einzelnen bis zu 100 m langen Reicherzmitteln kommt auch reichlicheres Frei-

[1]) Hausmann, Reise durch Skandinavien, V, 1818, 402—407. — Essener Glückauf, XXX, 1894, 92, und Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 108, nach Kjellberg in Jernkont. Ann., 1893. — Nordenström, Om Värmskogs och angränsande socknars silfver- och kopparmalmgångar i Vestra Vermland; Geol. Fören. Förh., V., 1880—1881, 455—469.

[2]) Nya bidrag till kännedomen om de svenska hälleflintbergarterna; Geol. Fören. Förh., XVII, 1895, 653—685.

[3]) Phillips and Louis, Ore deposits, II. ed., 292—295.

gold in schönen Stufen vor. Der durchschnittliche Goldgehalt ist im übrigen etwa 8 g in der Tonne.

2. Die kupferreichen Goldquarzgänge.

* Eine Reihe von Goldquarzgängen zeichnet sich durch reichliches Einbrechen von Kupferkies (Fahlerz) bei niedrigem Silbergehalt aus; manchmal läßt sich das in der verwitterten Lagerstätte durch das auffällige Auftreten mehr oder weniger großer Mengen von sekundären Kupfererzen, wie Malachit oder Kupferlasur, erkennen. Wismutverbindungen sind mehrfach auf diesen Gängen anzutreffen. Die Zahl der hier anzuführenden Vorkommnisse ist keine große, die Stellung derselben im System eine nur wenig selbständige. Turmalin- und Wismutführung weisen mitunter nach der Gruppe der Turmalin-Kupfer-Golderzgänge oder nach den Wismutgolderzgängen; andererseits könnten z. B. auch die Golderzgänge des Gilpin County in Kolorado hier beschrieben werden, wenn dieselben nicht in nahen Beziehungen zu Silbererzgängen ständen. Um diese Gruppe scharf zu umgrenzen und vor allem zu erweitern, fehlt es noch an genaueren Angaben über die Mineralführung mancher Vorkommnisse, welche einstweilen unter den eigentlichen Goldpyritquarzgängen behandelt wurden. *

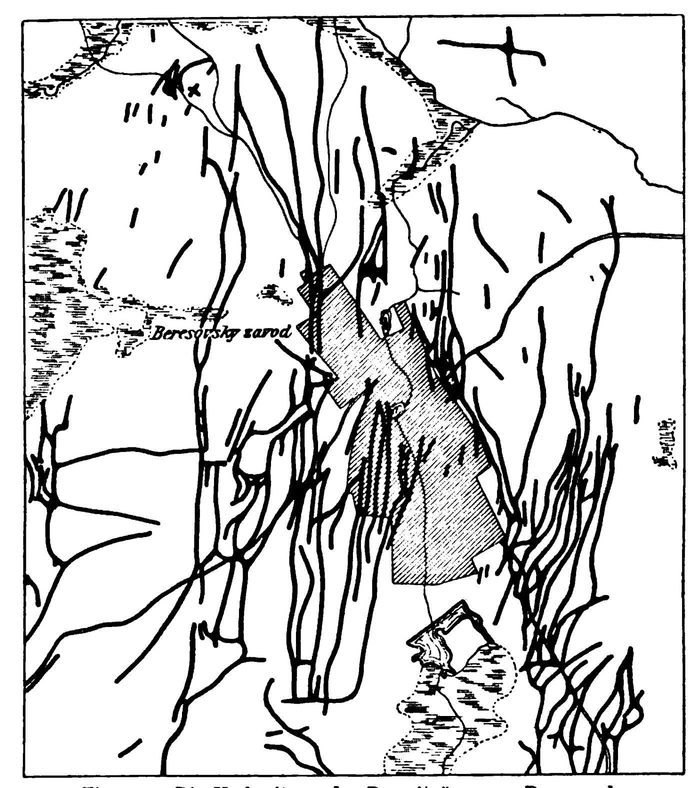


Fig. 148. Die Verbreitung der Beresitgänge um Beresowsk. Maßstab 1:85800. (Karpinsky, 1897.)

Durch einen großen Mineralreichtum sind von jeher die Erzgänge von **Beresowsk**[1]) im Ural, 12 km nordöstlich von Jekaterinburg, bekannt gewesen.

[1]) Von der äußerst reichen, großenteils russischen Literatur sei erwähnt: G. Rose, Reise nach dem Ural, I, 1837, 175—226. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 554 bis 555. — Arzruni, Untersuchung einiger granitischer Gesteine des Urals; Ztschr. d.

Sie durchziehen ein Areal von 64 qkm und sind fast ausschließlich an die Beresitgänge gebunden, welche das Gebiet in enger Häufung von Norden nach Süden durchsetzen (s. S. 510—511 u. Fig. 135 u. 148). Als Beresite werden greisenartig umgewandelte, demnach in ihrem jetzigen Zustande hauptsächlich aus Quarz und Muskovit bestehende, saure Ganggesteine bezeichnet, welche ein talkiges Aussehen besitzen und von den Erzgängen her reichlich mit Pyrit bezw. Brauneisenerz imprägniert sind. Das Nebengestein der Beresitgänge ist ein Komplex von Talk- und Chloritschiefern mit gelegentlich eingelagertem Serpentin; ein dem Talkschiefer verwandtes Gestein ist der hauptsächlich aus Talk, Braunspat und mitunter Magnetit bestehende, von Quarzlagen durchzogene Listwjanit. Alle Schiefer sind oberflächlich mehr oder weniger zersetzt. Die „Beresitbänder" (polosy) werden 10—40, durchschnittlich 25 m mächtig und verästeln und durchkreuzen sich mannigfach in ihrem Verlaufe. Wo die Schiefer mit diesen Eruptivgängen in Berührung kommen, sind erstere zersetzt und meistens rötlich gefärbt (Krasiky, d. h. farbige Stellen). Man kennt etwa 150 Beresitgänge, die bis zu $7^1/_2$ km, aber auch nur wenige Meter lang und einander bis auf 10 m Abstand genähert sein können; sie durchsetzen auch die in dem weiteren Gebiete auftretenden Granite. Die Erzgänge sind fast nur an die Beresitbänder gebunden und durchqueren diese meistens von einem Salband zum anderen; seltener treten sie in die Schiefer über oder setzen gar durch diese in ein benachbartes „Band" fort. Im allgemeinen sind sie untereinander nicht ganz parallel; ihr Abstand beträgt 0,3—10, ihre Mächtigkeit im Mittel 0,1—0,2 m.

Der derbe, im Ausstrich aber zellige, mitunter fast bimssteinartig zerfressene und ockerige Quarz enthält Freigold sowohl in sichtbarer wie besonders in feinster unsichtbarer Verteilung. Den eigentlichen Reichtum verdanken die Gänge hauptsächlich ihrer sekundären Zersetzung, die schon aus der großen Anzahl von Neubildungen erkenntlich wird. Die bis zu faustgroßen Pyritkristalle sind gern in Brauneisenerz oder Goethit umgewandelt und bergen gleichfalls im Innern Konzentrationen von gediegenem Gold; als ein Verwitterungsprodukt ist der manchmal in nicht unbedeutenden Anhäufungen auftretende Schwefel zu nennen. Außer dem Pyrit sind auf den Beresowsker Gängen folgende primäre Erze bekannt:[1]) goldführender Bleiglanz, Kupferkies, Fahlerz, Patrinit (Nadelerz, $PbCuBiS_3$), seltener Zinkblende und Bournonit; sekundär sind Skorodit, Turjit, Stilpnosiderit, Wad, Psilomelan, Covellin, Kupferlasur, Malachit, Beudantit (annähernd $[FeO]_{13}Pb_3[SO_4]_5[PO_4]_3 . 12H_2O$, arsenhaltig), Caledonit ($(Pb, Cu)_2[SO_4][CO_3]$), Linarit, Chrysokoll, Tirolit ($Cu[Cu . OH]_4[AsO_4]_2$.

deutsch. geol. Ges., XXXVII, 1885, 865—896. — Helmhacker, Der Goldbergbau der Umgebung von Berezovsk am östlichen Abhange des Urals; Berg- und Hüttenm. Ztg., LI, 1892, 45—49, 57—60, 83—86, 145—147. — Pošepný, Die Golddistrikte von Berezov und Mias am Ural; Arch. f. pr. Geol., II, 1895, 499—598. — Laurent, L'industrie de l'or et du platine dans l'Oural; Ann. d. Mines (8), XVIII, 1890, 537—542. — Karpinsky, Guide des exc. du VII. Congr. géol. intern. 1897, V, 39—44.

[1]) Eine Übersicht über die im Gebiete von Beresowsk überhaupt auftretenden Mineralien gibt Arzruni.



. $7H_2O$), Bleiniere, Bismutit, Wismutocker, Cerussit, Anglesit, Pyromorphit, Vanadinit, Wulfenit, Leadhillit ($Pb_2[Pb.OH]_2[SO_4][CO_3]_2$), Laxmannit und Vauquelinit (Chromophosphate von Blei und Kupfer),. Rotbleierz, Melanochroit (Phönizit, $Pb_3Cr_2O_9$). Das Rotbleierz ist öfter mit Gold verwachsen. Als Gangarten werden genannt: Quarz, Chalcedon, selten Kalkspat, Dolomit, Pyrophyllit und als Einsprengling im Quarz auch Turmalin. Im Listwjanit kommt angeblich Kupferuranit vor. In bezug auf das Auftreten des Rotbleierzes scheint das Vorkommen von Chromitgeröllen im Sande über den Gangausstrichen nicht unwesentlich zu sein.

Nach Helmhacker ist der Turmalin das älteste Mineral in den Erzgängen, dann folgte Quarz, Kalkspat und Blende, dann Pyrophyllit. Unter weiterer Quarzbildung kamen endlich Bleiglanz, Fahlerz, Pyrit, Kupferkies, Gold und Nadelerz zur Abscheidung. Die Gänge waren infolge Verwitterung in den oberen Teufen goldreicher als in den unteren; so betrug der durchschnittliche Goldgehalt der Tonne Erz auf der Preobraschenski-Grube in den ersten Jahren (um 1800) 200 g, späterhin nur noch $11^1/_2$ g.

Gold ist im Ural zuerst im Jahre 1724 durch einen Bauern bei Beresowsk im Oberflächenschutt entdeckt worden. Der Abbau der Goldgänge begann erst im Jahre 1748, die Ausbeutung der Seifen, welche sich als viel ertragsreicher erweisen sollten, erst im Jahre 1814. Entsprechend der flachhügeligen und sumpfigen Natur des Landes hatte der Bergbau anfangs unter großem und schwer zu bewältigendem Wasserandrang zu leiden. Ihre Höchstproduktion erreichten die Beresowsker Gruben schon im Jahre 1810 mit 360 kg; seitdem verringerte sich die Ausbeute an Berggold, während diejenige an Waschgold in den Vordergrund trat, und fiel bis zum Jahre 1860 sogar bis auf $2^1/_4$ kg. Bis 1861 waren hauptsächlich von vier Gruben insgesamt 9984 kg Ganggold gefördert worden. In den 80er Jahren hat der Bergbau neuerdings wieder einen Aufschwung erfahren und im Jahre 1883 über 200 kg Edelmetall produziert.

Seit dieser Zeit werden auch die Gänge von Pyschminsk,[1]) ungefähr 7 km nordöstlich von Beresowsk, abgebaut. Die geologischen Verhältnisse sind an beiden Orten ziemlich ähnliche, nur daß hier hauptsächlich Serpentin das Nebengestein der Beresitbänder bildet. Die Gangfüllung besteht aus Siderit, zum Teil umgewandelt in Limonit und die älteste Ausscheidung bildend, aus Quarz, Kalkspat, Pyrophyllit, Bleiglanz, Pyrit und Arsenkies. Freigold, Psilomelan und Wad sind die jüngsten Gebilde. Auch von Pyschminsk erwähnt Helmhacker Turmalin als Gangmineral.

Unter den kupferreichen Goldquarzgängen mögen ferner die Golderzlagerstätten von Lydenburg und Malmani in Transvaal ihre Stelle finden.

Zu **Lydenburg**[2]) tritt Gold, soweit es nicht aus Seifen gewonnen wird, auf Gängen in Sandstein und Schiefern und in lagerförmigen Hohlraumsfüllungen

[1]) Besonders bei Helmhacker, l. c. 147—148, 169—170.

[2]) Schmeisser, Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien in der südafrikanischen Republik, 1894, 62—64. — Kuntz, Über die Goldvorkommen im Lydenburger Distrikt; Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 433—441. — Bousquet, Report of the State-Mining-Engineer, 1896, 38—49. — Krause, Über den Einfluß der Eruptivgesteine auf die Erzführung der Witwatersrand-Konglomerate und der im dolomitischen Kalkgebirge von Lydenburg auftretenden Quarzflöze usw.; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 12—25, bes. 18—22. — Cohen, N. Jahrb., 1873, 718—722. — Weiterhin sei auf die Literatur über die übrigen südafrikanischen Goldgänge (S. 604) verwiesen.

in Dolomit oder an der Grenze zwischen diesem und anderen Gesteinen auf. Stellenweise finden sich sekundäre Kupfer- und Wismuterze in Begleitung des Goldes, im übrigen ist über die primäre Zusammensetzung dieser durch Auslaugung und Verwitterung stark beeinflußten Lagerstätten wenig bekannt. Mit Rücksicht auf die eine Art des Auftretens hätten sie auch unter den Höhlenfüllungen behandelt werden können.

Lydenburg bildet den Mittelpunkt eines ziemlich ausgedehnten Bergbaudistrikts zwischen dem Olifants- und Krokodilfluß in Osttransvaal. Auf dem granitischen Untergrund des östlichen Tieflandes erheben sich steil, im Mauchberg bis zu fast 2200 m, die aus geschichteten Gesteinen und basischen Eruptivmassen bestehenden Drakensberge. Westlich davon, gegen Lydenburg zu, geht das Gebirge in das flachere Hochland über. Die im Goldgebiet von Lydenburg auftretenden ziemlich flach gelagerten Schichten ruhen zu unterst auf Sandstein und Konglomerat, dem Drakensbergsandstein, welcher zeitlich mit dem Witwatersrandgestein parallelisiert wird; darüber liegen die 150—250 m mächtigen, auch sonst in Transvaal verbreiteten, mit Tonschiefern durchlagerten Dolomite und endlich eine Folge von Schiefern und Sandsteinen („der obere Sandstein"). Der liegende Sandstein enthält in sehr weiter Ausdehnung längs der Grenze zwischen dem Hochfeld und dem Tiefland bis nordwärts vom Olifantsfluß Pyriteinsprengungen und Gold, und wird auf der Grube Kaapsche Hoop abgebaut.

Im Dolomit treten die wichtigsten Golderzlagerstätten des Lydenburger Distrikts auf. Sie stehen in räumlicher Beziehung zu Hornsteinbänken und Grünsteineinlagerungen, welche dem Dolomit eingeschaltet sind. Erstere, über deren eigentliches Wesen keine genaueren Angaben vorliegen, bilden bis zu einige Meter mächtige Lagen und finden sich bald im Liegenden, bald im Hangenden der Goldquarzmassen („Reefs"); möglicherweise ist ihr Vorkommen genetisch den letzteren verwandt und sie wären dann nur durch Gangquarz verkieselte Dolomite. Die Grünsteindecken sind gleichfalls mitunter den Erzlagerstätten unmittelbar benachbart. Der Dolomit ist infolge von Auslaugungen samt den umschlossenen Lagerstätten vielfach gestört, der Grünstein häufig bis zum tonigen Zerfall verwittert. Gesteine und Lagerstätten werden manchmal von Grünsteingängen durchbrochen. Die Auslaugung und Verwitterung der Gesteine und die Lagerungsstörungen sind offenbar durch den hügeligen Charakter der Gegend gefördert worden, welcher dem meteorischen Wasser die freie Zirkulation in den nach mehreren Seiten frei ausstreichenden durchlässigen Gesteinen erleichterte. Mit den Auslaugungen hängt auch der Zustand der großenteils in den höheren Teilen von Hügeln abgebauten Lagerstätten zusammen. Dieses sind lagerartige Massen von recht wechselnder, durchschnittlich nur 0,4, seltener bis über 2 m betragender Mächtigkeit, fast immer an der Grenze zwischen Hornsteinbänken und Dolomit; manche Reefs bestehen aus zwei durch taube Gesteinsmittel getrennten Lagen. Weniger häufig scheint Grünstein im Hangenden aufzutreten. Nicht immer herrscht völlige Konkordanz zwischen den Erzlagerstätten und dem Nebengestein. Daß die Bildung dieser letzteren mit einer Auslaugung des Dolomits verbunden war, dürfte aus dem gelegentlichen Auftreten von Resten dieses Gesteines inmitten jener geschlossen werden. Der Gangquarz

ist meistens sehr mürbe, zuckerkörnig, pulverig und lose zerfallen oder schwammig-zellig, mit deutlichen Anzeichen ausgelaugten Pyrits. In den Hohlräumen findet sich Gold, bezeichnenderweise um so reichlicher, je eisenschüssiger der Quarz ist. Frischer Pyrit wird stellenweise angetroffen. Das Edelmetall ist ganz unregelmäßig verteilt, nesterweise angereichert.

In der Gangmasse liegen mitunter hochgradig zersetzte Partien des verschiedenartigen Nebengesteines und vor allem sehr häufig Massen von Wad, welche auf der Theta-Grube bis über 10 Fuß mächtig werden können. Der ursprüngliche mineralogische Charakter der Erzlagerstätten ist scheinbar nur schwer zu erkennen. Größere Mengen von sekundären Kupfererzen (Malachit, Lasur und Kieselkupfer) brechen auf dem Beta- und Chi-Reef ein, Wismutocker färbt den Quarz der Theta-Grube. Die Lagerstätte von Wakkersdal ist zweifellos schon vor sehr langer Zeit auf Kupfer bearbeitet worden; dort ist das kupferreiche Liegende der Lagerstätte verhauen, während das goldreiche Hangende von den unbekannten Bergleuten unberührt blieb.

Man unterscheidet eine untere Reefgruppe von einer oberen. Die untere ist in die Dolomite etwa 30 m über den Drakensbergsandsteinen eingelagert; je ein Reef wird am Spitskop und mehrere Kilometer nördlich davon von der Glynn-Grube abgebaut. Auf den Lagerstätten der oberen Gruppe, die zum Teil unmittelbar unter den hangenden Schiefern liegen, baut eine größere Anzahl von Gruben in der Gegend von Pilgrimsrest. Die reichste derselben ist die Theta-Grube am Ophir-Berg mit einer 2 m mächtigen Lagerstätte; der Goldgehalt beträgt stellenweise bis über 600 g in der Tonne. Andere Minen sind die Beta-, Chi-, Ni-, Jubilee- und Frankfort-Grube. Die meist nur geringe Mächtigkeit der Lagerstätten und die außerordentliche Brüchigkeit des Gebirges erschweren den Betrieb bedeutend.

Lagerstätten eluvialen und alluvialen Goldes werden bei Spitskop verarbeitet; auf ihnen wurde zuerst Gold in der Lydenburger Gegend um 1870 entdeckt. Sowohl die oberen Schichten des Drakensbergsandsteins wie die Gesteine der Dolomitzone werden von zahlreichen, zwar gering mächtigen, z. T. aber sehr goldreichen Quarzgängen durchsetzt; ihr Gehalt wechselt nach Kuntz sehr auffällig mit dem Nebengestein, ist im Grünstein am geringsten, im Dolomit gering, beträgt indessen im Schiefer bis zu 750 g in der Tonne. Im „oberen Sandstein“, einem Komplex von Sandsteinen, Tonschiefern und Grünsteinen, welch letztere teils das Gebirge gangförmig durchziehen, teils deckenförmig in dasselbe eingelagert sind, wurden Goldlagerstätten auf der Finsbury- und der Nooitgedacht-Grube abgebaut. Sie bilden gleichfalls flachliegende Quarzmassen zwischen Sandstein und Schiefer oder im Schiefer; über das Wesen dieser wegen ihrer Lagerungsverhältnisse jedenfalls sehr merkwürdigen Vorkommnisse ist nichts Näheres bekannt geworden.

Bei Malmani,[1]) nahe Mafeking, unmittelbar an der Westgrenze von Transvaal, setzen in dem weithin verbreiteten Malmanidolomit der oberen Capformation Goldquarzgänge auf. Sie sind charakterisiert durch das Auftreten von Freigold neben Kupfererzen, wie Kupferkies, Buntkupferkies, Malachit und Lasur; der Abbau bewegte sich eine Zeit lang in der oberen oxydierten Zone und ist dann eingestellt worden.

---

[1]) Molengraaff, Beitrag zur Geologie der Umgegend der Goldfelder auf dem Hoogeveld in der südafrikanischen Republik; N. Jahrb., Beil.-Bd. IX, 1894, 174—292, bes. 254—255.



Ein Vorkommen, das nicht ohne einen gewissen Vorbehalt hier angeführt werden soll, beschreibt Lindgren[1]) von Rossland im West-Kootenay-Distrikt (Brit. Kolumbien). Die von ihm gegebene Schilderung soll hier im Wortlaute folgen: „Es sind gut gekennzeichnete Quergänge in einem körnigen Gestein von sehr wechselndem, zwischen Diorit und Monzonit, ja sogar Syenit schwankendem Charakter. Erze sind Magnetkies, Kupferkies und ein wenig Arsenkies, alle mit etwas Gold, das sich allerdings gewöhnlich nicht im freien, amalgamierbaren Zustand befindet. Hauptsächliche Gangart ist Biotit mit ein wenig Quarz, Kalkspat, Muskovit, Amphibol, Chlorit, Turmalin und Granat. Die Gänge sind ausgezeichnete Beispiele für „replacement deposits“, insofern als nur wenig Material als Ausfüllung offener Hohlräume betrachtet werden kann, während der größte Teil des Erzes unter Verdrängung der Gesteinsmineralien zu beiden Seiten enger Spalten angesiedelt wurde. Die ursprüngliche Hornblende des Gesteines ist in Aggregate von Biotitblättchen umgewandelt, die auch in die Feldspate eindringen, und zugleich ist die Feldspatsubstanz von schmalen Spältchen aus durch Kupferkies und Pyrit verdrängt, welche ein richtiges Netzwerk bildend, unter schrittweiser Überhandnahme schließlich das ganze Gestein ersetzen . . . Die Feldspatsubstanz, im allgemeinen durchwachsen von Biotit, Muskovit usw., zeigt gewöhnlich gegen die Sulfide einen schmalen, durchsichtigen Rand. Eine durchgreifende „Biotitisierung“ führt zu feinkörnigen, aus braunem Glimmer und Quarz, möglicherweise auch aus sekundärem Feldspat bestehenden Gesteinen. Stellenweise wurde grüner Amphibol, eingewachsen in Kalkspat, bemerkt. Der ganze Prozeß erinnert mehr an dynamische Metamorphose als an gewöhnliche Gangfüllung, und es ist wahrscheinlich, daß die Gänge unter wirklichem andauerndem Druck gebildet worden sind. Bedingungen, welche eine starke Reduktion bewirkten, scheinen geherrscht zu haben (sonst könnte sich der Magnetkies nicht so ausschließlich vorfinden). Die Gänge sind älter als ein ausgedehntes System von lamprophyrischen Gängen, welche sie durchsetzen. Diese letzteren sind zweifellos eng verknüpft mit der ursprünglichen Intrusion des Eruptivgesteines und daraus mag geschlossen werden, daß die Erzgangbildung unmittelbar auf die Verfestigung des Gesteines folgte.“

3. Goldführende Arsenkiesgänge.

Gänge, auf denen das vererzte Gold hauptsächlich an Arsenkies gebunden ist, finden sich selten. Sie sind aufs engste mit den Goldpyritquarzgängen verwandt.

Beispiele von goldführenden Arsenkiesvorkommen bilden in Sachsen die freilich nicht zu den Golderzgängen im strengen Sinne zu zählenden Gänge von Bräunsdorf und Hohenstein. Der auf den Silbererzgängen der edlen Quarzformation zu Bräunsdorf bei Freiberg einbrechende Arsenkies (das sogen. Weißerz) zeigt einen Goldgehalt, der allerdings nur etwa $^1/_{700}$ des darin enthaltenen Silbers ausmacht. Auch zu Hohenstein, zwischen Chemnitz und Glauchau, ist neben dem Kupferkies der Arsenkies der Träger des Goldgehaltes. Die dortigen Gänge setzen in Glimmerschiefer auf und führen Quarz, Braunspat, Kalkspat, Arsenkies, Pyrit, Kupferkies, Kupferfahlerz, untergeordnet Markasit, Bleiglanz, Blende und Bournonit. Der Arsenkies von der Grube Wille Gottes enthielt im Jahre 1782 0,0156—0,0312 % Silber, der von Wille Gottes und vom Lampertusgang in den Jahren 1869—1872 0,0005 % Gold; der Kupferkies von letzterem Gange führte 0,001 % Gold.

---

[1]) Metasomatic processes in fissure veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 644—645. — Sandeman, Gold mining in the Rossland district, British Columbia; Transact. Inst. Min. Eng., XX, 1900—1901, 401—403.



Vorübergehend sei hier auch die Goldführung des Arsenikalkieses von Reichenstein in Schlesien erwähnt.

Am **Fundkofel**[1]) bei Zwickenberg und Strieden, am südlichen Abfall des Kreuzecks nächst Oberdrauburg in Kärnten (s. S. 278—279) ist neuerdings wieder ein alter Bergbau eröffnet worden. Ein unregelmäßig zertrümerter Quarzgang zwischen Hornblende- und Glimmerschiefer führt Freigold und eingesprengten Arsenkies und Pyrit; letztere beiden sind gleichfalls beträchtlich goldführend, der Goldgehalt um ein mehrfaches größer als der Silbergehalt. Der Arsenkies waltet vor.

Die golderzführenden Gänge von **Kotschkar**[2]) im Gouvernement Orenburg, etwa 60 km südlich von der Eisenbahn Slatoust-Tscheliabinsk, sind im Jahre 1867 entdeckt worden, nachdem schon seit 1844 die daraus hervorgegangenen, jetzt fast ganz erschöpften Seifen abgebaut worden waren. Auf einer Fläche von 45 km Länge (in nordsüdlicher Richtung) und 20 km Breite liegen dort über 400 Grubenfelder. Das Gebiet gehört der Abrasionszone an, welche im Osten dem Ural vorgelagert ist, und besteht aus dynamometamorphen Schiefern (Amphibol-, Epidot-Amphibol- und Chloritschiefern, Porphyroiden usw.), sowie aus Granit und Granitit samt Gängen von Aplit, Pegmatit und porphyrartigem Granit. Inmitten der Schiefer sind Diabasporphyrite und Porphyre zu beobachten. Längs der Berührung mit den ungefähr NS. streichenden Schiefern ist der Granit gneisartig ausgebildet; Serpentine setzen stellenweise in ihm auf, im südlichen Teil des Distrikts wird er bedeckt von einzelnen Schollen subcarbonischen Kalksteins. Die Golderzgänge kommen fast ganz ausschließlich im Granit vor. Man kennt deren ungefähr tausend; sie sind gewöhnlich kaum meterdick, meistens nur mehrere hundert Meter, manchmal aber auch 1—4$^1/_2$ km weit zu verfolgen und fallen fast seiger ein. In dichter Scharung bilden sie ein von W. nach O. fächerförmig geöffnetes Gangsystem (Fig. 149). Ihre Entstehung ist jünger oder wenigstens nicht älter als die Zeit derjenigen Störungen, welche die Schieferung der benachbarten Sedimente und eine Quetschung des Granits verursacht haben. Die Golderzgänge laufen der Richtung der Schieferung parallel und sind überdies zumeist gebunden an teilweise sehr eigenartige Quetschzonen des Granits. Die letzteren bestehen teils nur aus deutlich kataklastischem Granitmaterial, teils aber ist das Gestein zu feinstem Reibungsmehl zermalmt, welches unter sekundärer Bildung von Biotit, Chlorit, Amphibol, Epidot, Quarz und Karbonaten ganz das Aussehen von Chlorit- und Glimmerschiefer angenommen hat.

---

[1]) Canaval, Zur Kenntnis der Erzvorkommen in der Umgebung von Irschen und Zwickenberg bei Oberdrauburg in Kärnten; Jahrb. naturh. Landesmus. f. Kärnten, XXV, 1899.

[2]) Wyssotzky, Les mines d'or du district de Kotchkar dans l'Oural du midi; Mém. du Comité géologique, XIII, No. 3, 1900. Mit franz. Résumé. — Ders., Les gisements d'or du système de Kotchkar; Guide géol. des excurs. d. VII. Congr. géol. int., 1897, VI, Lit. — Pošepný, Arch. f. pr. Geol., II, 1895, 584—594. — Nitze and Purington, The Kotchkar gold-mines, Ural Mountains; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1898 (1899), 24—32; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1899, 99—101. — Nissen, Einiges über das Goldvorkommen und die Goldgewinnung im südlichen Ural; Berg- und Hüttenm. Ztg., LIX, 1900, 121—124.



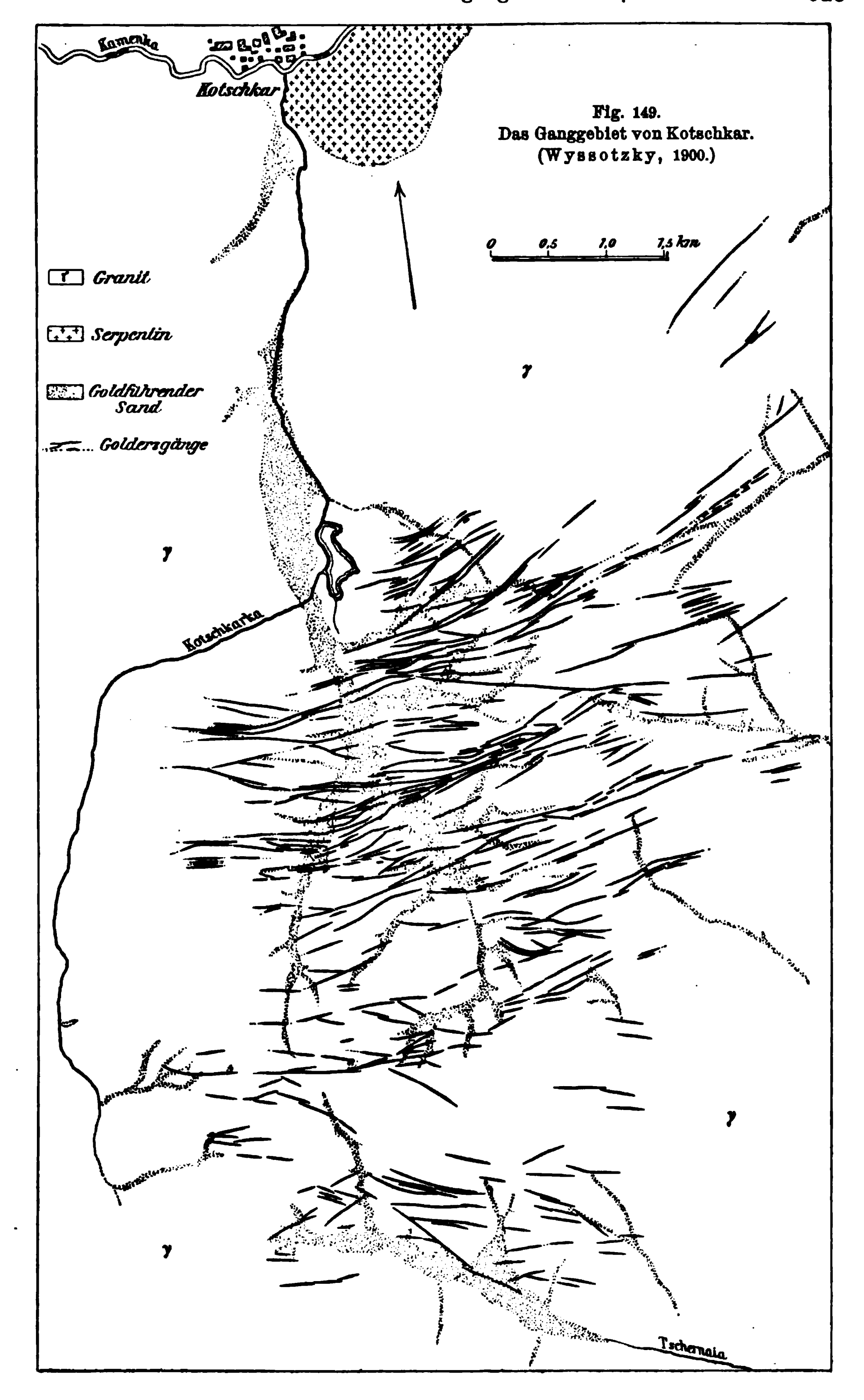


Fig. 149.
Das Ganggebiet von Kotschkar.
(Wyssotzky, 1900.)

Die reicheren Erzmittel kommen als linsenförmige Massen neben jenen Quetschprodukten vor. Der hauptsächlichste Abbau geschieht in der südlichen Umgebung von Kotschkar; diese produziert allein dreimal so viel Gold als die übrigen sechs Bezirke des Gebietes. Die Quarzgänge führen hauptsächlich Arsenkies, welcher der eigentliche Goldträger ist. Neben ihm sind weniger goldreicher Schwefelkies, Bleiglanz, Kupferkies und Antimonit vertreten; Tellurverbindungen fehlen. Der eiserne Hut reicht bis zu Teufen von 10—50 m und enthält neben den gewöhnlichen sekundären Erzen Pharmakosiderit, Arseniosiderit und Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers. In den zersetzten Gangausstrichen hat man bis zu $2^1/_2$ kg wiegende Klumpen gediegenen Goldes gefunden. Der durchschnittliche Goldgehalt der frischen Gangfüllung beträgt 8—10,5 g in der Tonne. Der Einfluß des Erzabsatzes auf den Granit äußert sich in einer Imprägnation desselben mit goldführendem Pyrit und ferner in einer Umwandlung des Gesteines zu Beresit, gerade so wie zu Beresowsk.

Ausser den Goldgruben in nächster Nähe von Kotschkar gibt es noch mehrere weit verstreute Vorkommnisse goldführender Pyritquarzgänge, welche teilweise schon jetzt nicht mehr den Abbau lohnen. Während diese teils im Schiefer und den Ganggesteinen, teils im Granit aufsetzen, kommt im Süden des Gebiets auf der Andreewsky-Grube auch ein Quarzbleiglanz-Pyritgang im Kalkstein vor, der bis zu 300 g Gold in der Tonne, häufig als kristallisiertes Freigold, enthält. Die Golderzgänge von Kotschkar ergaben 1895 1785,420 kg, 1896 1638,000 kg Gold. Die Gesamtproduktion zwischen 1846 und 1896 beträgt über 47,000 kg. Das aus den zersetzten Gangausstrichen gewonnene Metall hat einen Feingehalt von 906—937, das aus den frischen Erzen erhaltene einen solchen von höchstens 729 Tausendteilen.

Der Charakter der Landschaft war der Entstehung von alluvialen Seifen nicht günstig, solche haben nur geringe Bedeutung und Ausdehnung. Um so wichtiger waren die durch die Verwitterung der Gangausstriche entstandenen eluvialen Goldvorkommnisse, welche unmittelbar an letztere selbst gebunden waren. Alluviales Gold kam besonders in den karrenartigen Vertiefungen der Kalksteine zur Anreicherung; mit ihm zusammen finden sich in den Sanden Cyanit, Topas, Beryll, Chrysolith, Chrysoberyll, Euklas, Diamant, Korund, Granat, Turmalin, Rutil, Amethyst und Rauchquarz. Manchmal kamen Goldklumpen von 0,4—5 kg Gewicht vor.

Vor mehreren Jahren hat man einen Bergbau auf Golderzgänge bei **Tscheliabinsk,**[1]) südlich von Jekaterinburg eröffnet. Das Ganggebiet besteht aus Granit; die 0,2—0,7 m, seltener bis zu 2 m mächtigen Quarzgänge folgen Spalten, welche mit zerrüttetem Granit erfüllt sind. In 30—40 m Teufe bricht Pyrit und Arsenkies ein, im eisenschüssigen Ausstrich beobachtet man Freigold. Der Gehalt des Erzes wird mit 2,5—10,4 g angegeben, erreicht aber auch über 30 g.

Der hauptsächlichste Goldbergbau in Indien[2]) geht auf den Goldquarzgängen des Kolar-Goldfelds in der Provinz **Maisur** (Mysore) im südlichen Teile der Halbinsel um. Kolar liegt ungefähr 70 km nordöstlich von der Hauptstadt Bangalur. Die Gänge durchsetzen nach Phillips und Louis eine etwa

[1]) Karpinsky, Guide des excursions du VII. Congr. géol. intern., 1897, V, 30—33.

[2]) Phillips and Louis, Ore deposits, II. ed., 568. — Mervyn Smith, Gold mining in India; nach einem Vortrag vor dem Mining Institute of India, 15. III. 1893; Eng. Min. Journ., LVI, 1893, 81—82. — Erst nach der Drucklegung ist mir bekannt geworden: Hatch, The Kolar gold-field; Mem. Geol. Surv. of India, XXXIII, part I, 1901. Die Arbeit wird im Nachtrage berücksichtigt werden.



3 km breite NS. streichende Masse von „Trapp“ (Diorit?), welcher seinerseits ein Gebiet von gneisartigem, stellenweise hornblendeführendem Granit durchzieht; von letzterem ist er durch Hornblende- und Glimmerschiefer einerseits, durch einen quarzitischen, stellenweise an Hämatit reichen Quarzschiefer und durch Hornblende-, Chlorit- und Glimmerschiefer anderseits getrennt. Die Golderzgänge sind am reichsten in den feinkörnigeren Varietäten des „Trapps“; sie führen körniges Freigold und Sulfide. Das hauptsächlichste der letzteren scheint Arsenkies, daneben untergeordnet Pyrit, Magnetkies und Kupferkies zu sein. Das auf mehrere Fuß Breite längs der Gänge zu tonigen Massen zersetzte Nebengestein („mullock“) enthält gleichfalls etwas Gold. Die Lagerung der genannten Schiefer und Gesteine wird als eine muldenförmige bezeichnet, und die reichsten Golderzgänge nehmen eine ungefähr 5,5 km lange Zone unmittelbar östlich der Muldenachse ein; die außerhalb dieses Gebietes auftretenden Gänge sind ärmer oder überhaupt fast taub. Der Champion-Gang ist durchschnittlich 1 m, stellenweise aber auch gegen 4 m mächtig und fällt bei nordsüdlichem Streichen etwa 45° W. Sein Erzreichtum besteht in zahlreichen Adelszonen, welche sich 4 km weit in dem Gange folgen; eine ungefähr 300 m lange wird von der Urigum-Grube abgebaut, und dieses Haupterzmittel hat einen Goldgehalt von 80 g in der Tonne. Auch hier fallen die Adelszonen schräg, und zwar gegen Norden ein. Durch verschiedene Gesteinsgänge wird der Champion-Gang verworfen.

Die Golderzgänge von Maisur sind vor unbekannten Zeiten schon in ihren reichsten Partien ausgebeutet worden; neuerdings hat sich dennoch der Bergbau noch einmal zu großer Blüte erhoben, und die Gegend von Kolar bildet gegenwärtig weitaus den wichtigsten Golddistrikt Indiens. Andere Golderzgänge sind ohne Erfolg in früheren Jahren im Wainad-Distrikt, südlich von Maisur an der Malabarküste abgebaut worden. Sie scheinen hauptsächlich konkordante Einlagerungen im Hornblendegneis gebildet zu haben.

Etwa 50 km nördlich von Belleville am Ontario-See hat man goldführende Arsenkiesgänge bei **Marmora** in Ontario ausgebeutet. Sie durchsetzen einen „Syenitgranit“ und sind im Durchschnitt auf 1,2 km, einer derselben auch auf etwa 5 km Länge nachgewiesen worden. Ihre Füllung besteht aus vorwaltendem Quarz, untergeordnetem Kalkspat, Arsenkies und Freigold. Der größere Teil des Goldes ist an den Arsenkies gebunden.[1])

Zu Deep Creek (Neusüdwales)[2]) tritt ein goldhaltiger Arsenkiesgang in einem Felsitgang auf. Er ist reich an Pyrophyllit, und dasselbe Mineral steht massenhaft an den Salbändern an.

4. Goldführende Antimonitgänge.

Von den weiter unten zu behandelnden Quarz-Antimonglanzgängen sind verschiedene Vorkommnisse als goldführend bekannt und zeitweise daraufhin abgebaut worden; bei einigen genauer bekannten Gängen dieser Art ist es aber immerhin nicht der Antimonit, welcher die Hauptmenge des Goldes beherbergt,

[1]) Rothwell, The gold-bearing mispickel veins of Marmora, Ontario; Trans. Am. Inst. Min. Eng., IX, 1881, 409—420.

[2]) Atherton, Occurrence of a natural sulphide of gold; Eng. Min. Journ., LII, 1891, 698.



sondern miteinbrechende Kiese, vor allem der Pyrit. Freigold ist stets vorhanden, hauptsächliche Gangart bildet der Quarz. Da der Antimonit auf den Goldquarzgängen nur selten und untergeordnet aufzutreten pflegt, hier aber häufig in derben Massen einbricht, so verdient gerade dieser Gangtypus eine selbständigere Stellung.

Ein vielfach sich zerschlagender Quarzantimonitgang, der sogen. Wernermorgenzug, erstreckt sich vom Wetteragebiet bei Schleiz[1]) bis nördlich davon in die Gegend von Nieder-Reinsdorf im unterkambrischen Quarzit. Die Antimonführung verrät sich schon auf den oberflächlich herumliegenden Bruchstücken durch die Gelbfärbung des sekundären Antimonockers. Der stellenweise recht reichlich auftretende Antimonit bildet derbe Massen oder grobstrahlige Rosetten mit bis zu 15 cm Durchmesser und ist besonders bei Schleiz eine Zeit lang abgebaut worden. Er war schwach gold- und silberhaltig. Am Silberberg, wo sich die Antimongänge mit Quarzbleiglanzklüften scharen, hat um 1750 ein Bergbau auf Silber und Blei stattgehabt. Der geringe Goldgehalt mancher Flüßchen jener Gegend, wie z. B. der Göltzsch, entstammt wohl anderen Gängen.

In eine weit entlegene Vergangenheit fällt der Beginn des jetzt wohl für immer eingestellten Bergbaues von **Goldkronach,**[2]) nordöstlich von Bayreuth am Südabhang des Fichtelgebirges. Das Vorkommen ist bekannt unter dem Namen des Grubenortes Brandholz. Die Gänge sind 0,1—1 m mächtig und haben ihr Nebengestein, sericitischen Schiefer des Cambriums, mit Pyrit und Arsenkies imprägniert; stellenweise bildet Diabasmandelstein das Hangende eines Ganges. Die einbrechenden Mineralien sind hauptsächlich Quarz und eingesprengte Kiese und Antimonglanz. Dieser letzterer sowie der Pyrit und Arsenkies sind etwas gold- und silberhaltig. Weiter werden erwähnt gediegen Gold, gediegen Antimon, Antimonocker, Rotspießglanzerz, Antimonblüte, Bournonit, Plagionit, Meneghinit, Federerz, Bleiglanz, Blende, Magnetkies, seltener Kupferkies. Schwerspat ist selten, ebenso Kalkspat; häufiger sind Braunspat und Eisenspat. Die Goldführung des Zoppatenbaches bei Goldkronach mag vor Jahrhunderten die Entdeckung der Gänge veranlaßt haben. Diese wurden wohl schon im Mittelalter unter brandenburgischer Herrschaft ausgebeutet und hatten zwischen 1395—1430 ihre größte Bedeutung; während der letzten Jahre der Goldgewinnung (1794—1805) war Alexander v. Humboldt zeitweise Leiter des Bergbaues. Schon damals und späterhin versuchte man den Antimonglanz nutzbar zu machen.

In der Gegend von **Mileschau** (Milešov),[3]) Schönberg (Krásnáhora) und Proutkowitz in Böhmen, etwa 55 km südlich von Prag, wird ein Granitgebiet von zahlreichen Minette- (oder Kersantit-?)gängen durchzogen und in diesen und in dem Granit setzen teilweise goldhaltige Antimonitquarzgänge auf; ihr Goldgehalt ist großenteils an Pyrit und Arsenkies gebunden, doch enthält nach

[1]) Warnsdorff, Der Bergbau im Silberberg bei Reinsdorf; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVII, 1858, 304. — Liebe und Zimmermann, Erl. z. geol. Specialk. von Preussen, Blatt Greiz, 1893, 98—100, und Blatt Waltersdorf, 1893, 63—65.

[2]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, 1879, 386—393. — Sandberger, Erzlagerstätten von Goldkronach; Sitz.-Ber. bayr. Ak. math.-phys. Klasse, XXIV, 1894, 231—248; Ref. N. Jahrb., 1897, I, — 483 —. — A. Schmidt, Mineralien des Fichtelgebirges, 1903.

[3]) Helmhacker, Der Antimonbergbau Milešov bei Krásnáhora in Böhmen; Leob. Jahrb., XXII, 1874, 340—373. — Pošepný, Archiv f. prakt. Geol., II, 1895, 165. — v. Friese, Das Goldvorkommen bei Nakohoutě; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., Ver.-Mitt., 1890, 106. — Irmler, Über das Goldvorkommen von Bražná im mittleren Böhmen; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1899, 85—87.



Helmhacker auch der Antimonit 0,015 % göldisch Silber mit $^2/_3$ Silber und $^1/_3$ Gold, allerdings weniger als die Hälfte des von den Kiesen umschlossenen Edelmetallgehaltes. Gediegen Gold und gediegen Antimon sind nicht selten; von sekundären Mineralien werden Antimonocker und Rotspießglanzerz genannt. Neben Quarz kommt auch Kalkspat vor. Nach der Beschreibung Helmhackers ist der Hauptgang stellenweise bis fast einen Meter breit und mitunter von beinahe reinem Antimonit gebildet. Seine Mächtigkeit schwankt indessen, und teilweise ist er zudem von zersetzten Nebengesteinsmassen erfüllt, das Gestein selbst zu grünlichen, fettigen Massen zersetzt, welche nach Helmhacker großenteils aus „Pinitoid" bestehen sollen. Hofmann[1]) hat darauf hingewiesen, daß der Quarz der goldhaltigen Gänge von Mileschau weiß und kristallin ist, während er auf den an ähnliche Gesteine gebundenen, fast goldfreien Antimonitquarzgängen von Přičov, 4 km nordwestlich von Seltschan, ein hornsteinartiges Aussehen hat.

Wahrscheinlich fand schon im XIV. Jahrhundert zu Mileschau Goldgewinnung statt, zum Teil aus Goldseifen. Der jetzige, seit 1855 datierende Bergbau ist hauptsächlich auf die Gewinnung von Antimonerz gerichtet. Die Goldgewinnung war im Jahre 1902 eine ganz nebensächliche und geringfügige. Eine höhere Produktion zeigen die Ausweise der Vorjahre, so im Jahre 1898 660 t Antimonerz, 254 t Goldquarz im Werte von 48000 K. und 18 t goldhaltigen Kiesschlich im Werte von 32000 Kr. Außerdem erzeugte die Mileschauer Hütte aus eigenen Erzen etwa 24 kg Gold, so daß der dortige Bergbau sehr wohl auch als Goldbergbau bezeichnet werden darf.

Gleichfalls in der Gegend von Seltschan liegen die Goldantimonitgänge von Bražná. In früherer Zeit wurden dort die den Gängen entstammenden, auf der Oberfläche lose herumliegenden goldhaltigen Quarze und Schwemmgold verarbeitet. Die Lagerstätten sind auch hier an Minetten gebunden, welche das Granitgebiet gangförmig durchziehen.

Am nördlichen Abhang der niedrigen Tatra, die von der hohen Tatra durch das obere Waag- und Hernadtal getrennt, gegen Süden zu etwa durch den Oberlauf der Gran und der Sajo begrenzt ist, liegt eine Reihe von bemerkenswerten Gangvorkommnissen, so die Kupfer-Spateisensteingänge von Bindt, Kotterbach, Göllnitz usw., die Nickel- und Kobaltgänge von Dobschau, die goldführenden Antimonitgänge von Magurka. Im Süden, gegen Kremnitz zu, werden die Fahlerzgänge von Herrengrund und am weitesten östlich, bei Kaschau, die silberführenden Antimonitgänge von Aranyidka abgebaut. Das Auftreten all dieser Lagerstätten steht außerhalb des Verbreitungsgebietes und des genetischen Zusammenhanges mit den tertiären Eruptivmassen, denen im übrigen für den Erzreichtum Ungarns eine so bemerkenswerte Rolle zukommt; sie sind vielmehr an ältere Eruptiv- und Sedimentgesteine gebunden.

Die Grube von **Magurka**[2]) im Komitat Liptau liegt am Nordabhang des aus Granit bestehenden, 2045 m hohen Dschumbir (Gyömbér). Der mehrfach erheblich verworfene, OW. streichende Gang besitzt eine wechselnde Mächtigkeit von wenig Zollen bis zu 4 m und besteht vorzugsweise aus Quarz und Antimonit, letzterer auch hier zum Teil in sehr beträchtlichen, fast reinen Massen. Der Gang umschließt Bruchstücke des Granits und hat sein Nebengestein sowohl etwas imprägniert wie umgewandelt; als Umwandlungsprodukt nennt v. Cotta u. a. ein „grünlich-gelbes, talkiges, wachsähnliches Mineral". Gediegen Gold ist in Quarz wie in Antimonit eingesprengt und mitunter in sehr schönen drahtförmigen und zackigen Gebilden vorgekommen. Der Schwefelkies ist goldhaltig. Weniger

[1]) Antimonitgänge von Přičov in Böhmen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 94—97.

[2]) v. Cotta, Das Antimonerzvorkommen von Magurka in Ungarn; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 123—124, und Gangstudien, IV, 1862, 45—48. — v. Fellenberg, Gangstudien, IV, 1862, 127—128.



häufige Erze sind Bleiglanz, Blende, Kupferkies und Fahlerz samt den gewöhnlichen sekundären Antimon- und Kupferverbindungen. Ganz untergeordnet sind Kalkspat und Braunspat. Ähnliche goldführende Antimonitgänge in Granit sind östlich von Magurka bei Bócsa bekannt. Sie enthielten nach v. Fellenberg auch Amalgam, Speiskobalt und Witherit. Andere Antimonitvorkommnisse Ungarns, wie die bei Csucsom, Rosenau und Betlér im Gömörer Komitat scheinen nicht nennenswert goldführend zu sein. Diejenigen von Aranyidka sind vorzugsweise Silbererzgänge und sollen als solche später beschrieben werden.

Eine große Anzahl von Antimonitquarzgängen ist in **Portugal** bekannt. Nach Breidenbach[1]) waren im Jahre 1893 im Dourogebiet 57 Konzessionen auf solche verliehen, eine Anzahl anderer findet sich in Traz os Montes, Beira Alta, Alemtejo und Algarve. Ihr mineralogischer Charakter ist offenbar nicht ganz gleichartig, manche enthalten mehr oder weniger Kupferkies. Die meistens goldführenden Gänge im Dourogebiet setzen innerhalb eines etwa 600 qkm großen Areals in Schiefern, gewöhnlich in Tonschiefern, auf. Goldhaltig ist sowohl der Antimonit, wie der Quarz, wie mitunter ganz besonders miteinbrechender Schwefelkies.

In **Australien**[2]) sind manche Antimonitgänge durch einen Goldgehalt ausgezeichnet. So enthält derjenige von Armidale in Neusüdwales etwa 35 g Gold in der Tonne. In einem mächtigen Quarzgang findet sich dort Freigold, gediegen Antimon und Antimonit, daneben auf der Ellenora-Grube von Hillgrove auch Pyrit. Das Erz ist auch etwas arsenhaltig.

Im Goldgebiet der **Murchison-Range** zwischen dem Selati- und Groß-Letabafluß (Transvaal) wird u. a. ein Gangzug abgebaut, der sich mit Unterbrechungen zwischen Gravelotte Hill und Wittkopies, d. i. etwa 50 km weit, verfolgen läßt.[3]) Die Mächtigkeit des Hauptganges soll bis zu 3 m betragen; seine Füllung besteht stellenweise aus fast reinem Antimonit und dem daraus hervorgegangenen Antimonocker. Freigold ist im Quarz und in sichtbaren Massen auch in den Antimonerzen enthalten; manche Proben dieses erst in den oberen Teufen bekannten Vorkommens sollen bis 600 g Gold in der Tonne führen.

5. Goldquarzgänge mit Wismut.

* Das Auftreten von Wismut auf gewissen Goldquarzgängen weist auf eine große Verwandtschaft derselben mit den Turmalin-führenden Kupfergolderzgängen, den Zinnerzgängen und den pegmatitischen Golderzgängen hin. Als selbständiger Gangtypus von größerer Verbreitung spielt diese Art der Goldparagenese keine Rolle. Wismut und Tellurwismut ist besonders auf kupferreicheren Goldquarzgängen verbreitet. Es sei erinnert an ihr Auftreten auf den Gängen von Beresowsk, Lydenburg, Merionetshire und gewissen Gängen Kaliforniens. Andere Vorkommnisse, die durch das reichliche Vorkommen von Turmalin, teilweise auch von Scheelit, Apatit, Molybdänglanz, Flußspat usw. gekennzeichnet sind, sollen später behandelt werden. *

---

[1]) Die Antimonlagerstätten Portugals; Glückauf, XXIX, 1893, 1095—1096, 1141 bis 1142.

[2]) Phillips-Louis, Ore deposits, 1896, 670. — Porter, Notes on some minerals and mineral localities in the Northern district of New-South-Wales; Journ. and proc. Roy. Soc. New-South-Wales, 1888, part I, 78—89; Ref. N. Jahrb., 1890, II, — 206 —.

[3]) Steuart, The mineral wealth of Zoutpansberg: the Murchison Range goldbelt; Transact. Inst. Min. Eng., XVII, 1898—1899, 388—426. Siehe auch die Literaturangaben S. 604.



Auf der Insel **Bömmel**[1]) an der Westküste von Norwegen, nördlich von Stavanger, kommen goldführende Quarzgänge teils im Salband von Diabasgängen vor, welche den herrschenden „Diorit“ (zum Teil Saussuritgabbro), den jüngeren Quarzporphyr oder kristalline Schiefer und Gneisgranite durchsetzen, teils bilden sie unregelmäßige, linsenförmige Massen, von welchen Verzweigungen ausgehen, in „Schiefergängen“, d. s. schieferige Gemenge von Chlorit, Kalkspat und Dolomit, die teils veränderte Diabasgänge, teils Zersetzungszonen längs Verwerfungen im „Diorit“ zu sein scheinen. Nur ausnahmsweise werden die auch in verschiedenem Nebengestein in bezug auf ihre Füllung recht gleichbleibenden Gänge über 2 m mächtig. Außer Quarz und Freigold führen sie goldhaltigen Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, Blende und Tellurwismut, ausnahmsweise auch gediegen Silber. Nach Reusch dürfte das Goldvorkommen im Zusammenhang mit dem Empordringen granitischen Magmas stehen.

Die wichtigsten Gruben von Bömmelö, wo seit 1882 Bergbau umging, waren diejenigen des Nöklingfeldes. Jetzt sind die dortigen Betriebe wohl alle auflässig, nachdem sie im ganzen wenig über 100 kg Gold produziert hatten.

Der Goldgehalt des Kupfererzes von **Falun**[2]) in Schweden war seit sehr langer Zeit bekannt gewesen, als man im Jahre 1881 dort wismutführende Goldquarzgänge entdeckte, die schon insofern ein besonderes Interesse verdienen, als der Kupfererzbergbau Falun heute zugleich der einzige schwedische Goldproduzent ist. Indem über die Lagerstätte von Falun weiter unten ausführlich gehandelt werden soll, mag hier nur die Art des Goldvorkommens daselbst geschildert werden. Das Gold tritt in einem weißen Quarz auf, der jünger ist als der graue Quarz des umschließenden, im übrigen aus Kupfer- und Magnetkies bestehenden „Harterzes“. Es bildet Zähne und Körner, Flitterchen und winzige Pentagondodekaeder und wird von selenhaltigem Galenobismutit (Selenbleiwismutglanz) begleitet. Aus der Art seines Auftretens ergibt sich, daß das Vorkommen jünger ist als die eigentliche Kiesmasse. Die genaue Untersuchung seitens Törnebohms zeigte, daß diese Goldvorkommnisse zwar deutlich gangförmig sind, daß sie in den etwas mächtigeren, gleichwohl nur 10—12 cm breiten Adern eine symmetrische Lagenstruktur erkennen lassen, indessen genetisch aufs engste mit dem Kupferkieslager selbst verbunden sind. Es ergibt sich das aus der Anwesenheit von Kupferkies, Glimmer und Anthophyllit in dem Goldquarz. Man unterscheidet zwischen dem eigentlichen Golderz mit sichtbarem Freigold und 100—300 g Gold in der Tonne, und Selenerz, d. i. Selenbleiwismutglanz mit nur 15—30 g fein eingesprengtem Gold. Der Kupferkies führt 2—3 g in der Tonne. In den letzten Jahren produzierte man durchschnittlich 30—50 kg Gold aus den Golderzen und etwa 30 kg aus den Kupfererzen.

Ein anderes Gold-Wismutvorkommen in Schweden hat Nordenström[3]) von der West-Malsjöbergsgrube nahe Gräsberg in Dalarne beschrieben. Das Gold kommt dort auf Kalkspat- oder Quarzklüften mit Wismutglanz im Magneteisenerz oder im Malakolith vor.

---

[1]) Reusch, Bömmelöen og Karmöen, 1888, 377—382. — Ders., Geologische Beobachtungen in einem regional-metamorphosiertem Gebiet am Hardangerfjord in Norwegen; N. Jahrb., Beil.-Bd., V, 1887, 52—67.

[2]) Wegen des Goldvorkommens im besonderen: Nordenström, Fynd af gediget guld i Falu grufva; Geol. För. Förh., VI, 1882—1883, 59—69, 140. — Weibull, Om selenhaltig galenobismutit från Falu grufva; ebenda VII, 1884—1885, 657—666. — Törnebohm, Om Falu grufvas geologi; ebenda XV, 1893, 609—690, bes. 671—678.

[3]) Ebenda X, 1888, 216.

Bezüglich australischer Vorkommnisse sagt Ranft:[1]) „An zahlreichen Stellen, wo Wismut vorkommt, was hauptsächlich in Graniten oder in deren Nachbarschaft eintrifft, ist dieses niemals frei Gold."

Das Zusammenvorkommen von Gold mit Wismut erwähnt Gürich[2]) von Ussis in Deutsch-Südwestafrika, wo in der Nähe eines Granitmassivs glimmerschiefer- oder gneisähnliche Gesteine von zahlreichen Quarzgängen durchzogen werden. Letztere enthalten übrigens auch etwas Wolframit, stehen also vielleicht den Zinnerzgängen nahe.

B. Die Tellurgoldgänge.

* Sowohl wegen ihrer mineralogischen wie hüttentechnischen Eigenarten verdient die Tellurgoldformation von den übrigen Golderzgängen abgeschieden zu werden. Das wesentliche Merkmal derselben besteht darin, daß das Gold außer im gediegenen Zustand und in mechanischer oder chemischer Bindung an die auch sonst gewöhnlichen Sulfide in Telluriden (Sylvanit, Krennerit, Calaverit, Nagyagit, Petzit) vererzt auftritt und da und dort auch von anderen Tellurverbindungen (z. B. dem Hessit, Coloradoit [HgTe] und Altait [PbTe]) begleitet wird. Ein Selengehalt ist in den Erzen wiederholt festgestellt worden. Als Gangart ist stets Quarz vorhanden, dem sich auf den nordamerikanischen Tellurgoldgängen mitunter massenhafter Flußspat zugesellt und neben welchem auch Karbonate verbreitet sind. In ihrer typischen Entwickelung treten diese Golderzgänge in Westaustralien und im Cripple Creek-Distrikt in Kolorado auf; sie stehen dort den echten Goldquarzgängen am nächsten, während das am längsten bekannte Nagyáger Vorkommen im großen ganzen betrachtet als ein Mischtypus zwischen der reinen Quarztellurgoldformation und der Formation der sulfidisch-karbonatischen Goldsilberformation betrachtet werden muß. Von den Goldquarzgängen unterscheiden sich die Tellurgoldgänge durch ihren höheren, manchmal ziemlich beträchtlichen Silbergehalt. Soweit bis jetzt bekannt, kommen sie fast niemals als Ausfüllung weiter Gangspalten, sondern in Klüften und Rissen vor, deren Nebengestein sie mitunter dermaßen mit Erz und Gangarten anreichern, daß dieses selbst zur Erzlagerstätte wird. Mehrere Vorkommnisse sind an tertiäre Eruptivgesteine oder an deren Nähe gebunden, bei anderen ist das Alter der begleitenden Eruptivmassen unbekannt. Schon deshalb, weil untergeordnete Tellurerze auch auf Goldquarzgängen von augenscheinlich höherem Alter einbrechen, dürfte es unzulässig sein, für die Tellurgoldgänge allgemein eine jugendliche Entstehung und einen Zusammenhang mit jungen Eruptivgesteinen zu behaupten. *

Die hier an erster Stelle zu nennenden, am längsten und genauesten bekannten Tellurgoldgänge von **Nagyág** in Siebenbürgen weichen in mancher Beziehung erheblich von den australischen und nordamerikanischen ab; sie sind mineralogisch mannigfaltiger, reicher an Blei und Silber, und bilden keine erzimprägnierten Zerrüttungszonen wie jene, sondern in der Hauptsache die Ausfüllung enger Klüfte.

---

[1]) Origin and formation of auriferous rocks and gold, Sydney 1889, 1 6.

[2]) Goldlagerstätten in Deutsch-Südwestafrika; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLI, 1889, 569—573.

Nagyág ist der südlichste der berühmten Grubenorte des siebenbürgischen Erzgebirges.[1]) Als solches wird der von der Maros im Süden und Osten, von der Aranyos im Norden und etwa von der weißen Köros gegen Westen begrenzte, an der Grenze zwischen Ungarn und Siebenbürgen und nördlich der Stadt Déva gelegene Teil des Bihar-Gebirges bezeichnet. Letzteres in seinen höchsten Erhebungen bis gegen 1900 m ansteigende, landschaftlich mannigfaltige und stellenweise fast alpine Bergland wird durch ein weites hügeliges Tertiärgebiet von den östlich gelegenen transsilvanischen Alpen, der südlichsten Verlängerung der Karpathen, geschieden, nach Süden zu hängt es geologisch unmittelbar mit dem Gebirgsland der Pojana ruska und des ungarisch-rumänischen Grenzgebietes zusammen. Bekannte Bergbauorte dieses Gebirges, an denen überall Goldgewinnung stattfindet, sind außer Nagyág Verespatak, Offenbánya, Abrudbánya, Zalatna, Boicza, Ruda und Brád. Innerhalb des in sich geologisch schon ziemlich mannigfach zusammengesetzten Bihar-Gebirges zeichnet sich das siebenbürgische Erzgebirge durch eine Häufung tertiärer Eruptivgesteine aus, welche in zahlreichen Kuppen und Berggruppen durch das Gebiet verteilt sind und mit deren Auftreten wohl die Entstehung aller Erzlagerstätten in Zusammenhang zu bringen ist. Kristalline Schiefer bilden die Unterlage des Gebirges, innerhalb dessen sie nur stellenweise entblöst sind, während sie nördlich und südlich davon eine große Ausdehnung besitzen. Darüber ruhen die oberjurassischen „Klippenkalke" (Stramberger Schichten), welche, stellenweise durch die weit verbreiteten, gefalteten untereocänen Karpathensandsteine hindurch gestoßen, die zerrissenen Gipfel mancher Berge bilden; sie werden von scheinbar gleichalterigen Melaphyren begleitet, und letztere sind z. B. bei Boicza wiederum von Quarzporphyren durchbrochen worden. Das jüngste marine Sediment stellen endlich die Tone, Sandsteine und Konglomerate des Miocäns dar; sie wurden durchbrochen und überlagert von den im übrigen ungefähr gleichalten tertiären Eruptivgesteinen verschiedener Art, unter denen der Dacit (Quarzpropylit) und Andesit (Propylit) stellenweise eine besondere Bedeutung als Nebengestein der Erzgänge besitzen.

Nagyág liegt 750 m hoch unterhalb des Gipfels des 1046 m hohen Hajtó-Berges im Csetrás-Gebirge nördlich von Déva. Die unzähligen goldführenden

---

[1]) Geologische Karte von Ungarn, 1:1000000, herausgeg. v. d. ung. geol. Ges., 1896. — Siehe auch die geologische Karte 1:56000 in Primics, Csetrás hegység geologiája és ércztelérei. Budapest 1896.

Als Hauptwerk über Nagyág ist zu nennen die ungarisch und deutsch geschriebene Arbeit: v. Inkey, Nagyág und seine Erzlagerstätten; bearb. im Auftr. der k. ung. naturw. Ges., Budapest 1885, Lit. — Ferner: v. Hingenau, Geologisch-bergmännische Skizze des Bergamtes Nagyág und seiner nächsten Umgegend; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VIII, 1857, 82—143, Lit. — v. Cotta, Über die Erzlagerstätten von Nagyág in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 189—190. — Ders., Über Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens; Gangstudien, IV, 1—91, bes. 85—91. — v. Fellenberg, Die Mineralien der ungarischen und einiger siebenbürgischen Erzlagerstätten; ebenda, bes. 172—177. — Höfer, Beiträge zur Kenntnis der Trachyte und der Erzniederlage zu Nagyág in Siebenbürgen; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XVI, 1866, 1—24. — vom Rath, Über Vöröspatak und Nagyág; Sitzber. niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilk., 1876, 54—81. — Ders., ebenda 1879, 115—122. — Weiß, Der Bergbau in den siebenbürgischen Landesteilen; Mitt. a. d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anst., IX, 1890—1895, 103—184, bes. 122—128. — Semper, Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges; Abh. preuß. geol. Landes-Anst., XXXIII, 1900, 1—35. — Steinhausz, Der Goldbergbau Nagyág; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LII, 1904, 171—175.

Klüfte sind fast ausschließlich an den Dacit gebunden; dieser durchbricht wahrscheinlich längs zweier eng benachbarter Spalten als gewaltige Masse die miocänen Schichten, die gegen Süden frei zutage liegen, und hat große Trümmer und Schollen davon emporgerissen und eingehüllt; sie sind durch den Bergbau an verschiedenen Stellen durchörtert worden. Phyllit bildet die unmittelbare Unterlage des Tertiärs. Der ganze eruptive Gebirgsstock im Norden von Nagyág besteht fast nur aus dem Dacit, welcher von den Bergleuten als Grünsteintrachyt bezeichnet wird und sich von geringfügigen in der Nähe des Orts auftretenden Hornblendeandesitvorkommnissen typisch unterscheidet. Das Gestein ist um so mehr propylitisch, je tiefer in der erzführenden Zone es angetroffen wird (Fig. 150); außer der Propylitisierung, welche vor allem zur Bildung von Epidot und Chlorit an Stelle der Bisilikate des Gesteins führte, hat längs der Erzgänge noch als eine unmittelbare Folge der Gangbildung eine Kaolinisierung stattgefunden, durch die der Propylit gebleicht und zu mehr oder weniger weichen, hauptsächlich aus Kaolin und Kalkspat bestehenden Massen geworden ist, welche Pyritkriställchen enthalten und selbst wiederum von Kieselsäure durchtränkt und dadurch verhärtet sein können. Durch den 5012 m langen Franz-Joseph-Erbstollen und durch vier weitere, bis zu 478 m höher gelegene Stollen ist das Gebirge erschlossen, und es hat sich dabei gezeigt, daß die tertiäre Unterlage des Dacits von Westen nach Osten ansteigt.

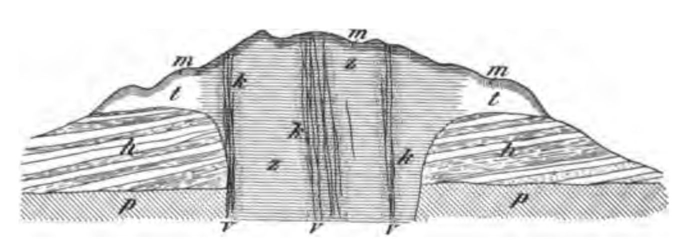


Fig. 150. Ideal-Profil durch das Nagyáger Dacitgebirge. *p* Phyllit, *h* Untermiocän, *t* normaler Dacit, *z* propylitischer Dacit (Quarzpropylit, „Grünsteintrachyt"), *v* Gangzüge, *k* kaolinisiertes Nebengestein, *m* verwitterte Oberfläche. (v. Inkey, 1885.)

Vor der Entstehung der Erzklüfte fand die Bildung der schon früher (S. 524) beschriebenen, bis zu 20 m mächtigen, meistens aber nur 5—20 cm breiten „Glauchklüfte" statt. Diese letzteren sind von verhärteten schlammigen Massen und eingekneteten Gesteinsbruchstücken erfüllt, die höchst wahrscheinlich Zerreibungsprodukte darstellen; sie sind häufig späterhin wieder aufgerissen worden und haben dann der Ansiedelung von Erzen gedient. Unabhängig von den Glauchklüften fand in den meisten Fällen die Entstehung der Erzklüfte statt. Diese sind meistens kaum 10 cm, selten bis zu 1 m mächtig, häufig als Trümerzüge und zusammengesetzte Gänge entwickelt, streichen hauptsächlich nordsüdlich und werden von dem Franz-Joseph-Erbstollen teilweise fast querschlägig durchörtert. Ihr bald nach dieser, bald nach jener Seite gerichtetes Einfallen beträgt 50—85°. Sie sind über eine etwa 1000 m lange und 950 m breite Zone bekannt, die man in das östliche Carolina-Terrain, das mittlere Adam-, das westliche Nepomuk- und das nördliche Longin-Terrain eingeteilt hat; die in letzterem auftretenden, besonders reichen Klüfte führen alle den Namen „Longinkluft" und werden numeriert. Stellenweise scharen sie sich zu vielen und

erzeugen dann „Trümerstöcke" oder stockwerkähnliche Massen, die auch dadurch entstehen können, daß brecciös zerrütteter Dacit mit Erzen durchwachsen ist. Außer in dem Eruptivgestein kommen die Erzklüfte auch untergeordneter im Glauch und im tertiären Sediment vor.

Durch die Vielartigkeit seiner Mineralführung unterscheidet sich Nagyág sehr erheblich von den übrigen bekannten Tellurgoldvorkommnissen; die Lagerstätten stehen mineralogisch den anderen, sulfidreichen Goldlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges sehr nahe, sind aber im allgemeinen eben durch ihren erheblichen Tellurgehalt von den meisten verschieden. Freigold und gediegen Silber sind selten; Nagyagit, Sylvanit, Krennerit und Petzit sind die Gold- und Silbererze.

Die Paragenesis der Nagyáger Gangfüllungen ist nach v. Inkey folgende:

1. Am ältesten ist Quarz, dessen Bildung sich aber später wiederholt hat.
2. Der Reihe nach folgen: Manganblende (Alabandin), Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Magnetkies, Schwefel- und Kupferkies und Bournonit, welch letzterer auch jünger sein kann.
3. Tellurerze und gediegene Edelmetalle.
4. Carbonspäte.
5. Antimonit, gediegen Arsen, Baryt, Gips, Realgar.

Als seltenere und z. T. zweifelhafte Vorkommen werden bezeichnet: Jordanit, Federerz, Eukairit $(Ag, Cu)_2Se$, Valentinit, Schwefel, Zinkspat, Kieselzinkerz, Kieselmangan (Rhodonit), Pharmakolith, Melanterit, Agalmatolith, Kaolin, Asbolan, Pyrolusit, Aragonit, Kobaltblüte und gediegen Kupfer — zum größten Teil sekundäre Gebilde. Unter den Carbonspäten spielt der Manganspat eine bemerkenswerte Rolle. Innerhalb des Grubenfeldes lassen sich deutlich wiederum drei verschiedene Gangtypen unterscheiden, welche übrigens keine gesonderten Verbreitungsgebiete besitzen, nämlich:

1. Die Quarztellurformation mit Quarz, Fahlerz, Pyrit, Tellurgolderzen und Freigold; Nagyagit tritt zurück. Es ist diejenige Gangfüllung, welche der auch sonst verbreiteten Tellurgoldformation am meisten entspricht.
2. Die rotspätige Tellurformation mit Quarz, häufiger Manganblende, untergeordnetem Fahlerz, Pyrit, Bournonit, viel Nagyagit, wenig Sylvanit, vorwaltendem Manganspat, daneben Kalkspat und Braunspat und endlich Arsen, Markasit, Kupferkies, Baryt usw.
3. Die Formation der Schwefelmetalle (die „Kupfererzformation") mit Quarz, Bleiglanz, Zinkblende, Fahlerz, Pyrit, Kupferkies, Bournonit, Manganspat, Kalkspat, Braunspat, Antimonit, Arsen, Baryt, Realgar, Auripigment usw.

Diese Formationen sind durch Übergänge miteinander verbunden, und ihre Verteilung ist weder von einer bestimmten Streich- noch Fallrichtung der Gänge, noch von Teufenunterschieden abhängig; nur die sekundären Gebilde hat man besonders in höheren Horizonten angetroffen.

Von den Veredelungen der Nagyáger Gänge durch zuscharende Glauchklüfte und Schwefelkiesschnüre soll in einem späteren, von den Gangveredelungen

handelnden Kapitel ausführlicher die Rede sein. Nach Steinhausz scheinen die Erzmittel eine mehr oder weniger säulenförmige Gestalt zu besitzen.

Der Bergbau von Nagyág wurde im Jahre 1747 durch v. Born begründet. Bis 1902 haben die Gruben 46335 kg göldisch Silber und 12558 kg Kupfer ergeben. Bis zum Jahre 1895 (ab 1868) wurden durchschnittlich 45 t Reicherz und nur wenig arme Erze gefördert; neuerdings hat sich die Gewinnung auch den letzteren zugewandt. Von 1868—1902 hat die Goldproduktion eines Trienniums zwischen 99 und 512 kg, ebenso die Silberproduktion zwischen 233 und 855 kg betragen, die Kupferproduktion mehr und mehr abgenommen. Im Jahre 1903 gewann man 114 kg Gold und 254 kg Silber, 1904 waren die entsprechenden Mengen 94 bezw. 261 kg Nach Steinhausz belief sich in den letzten 35 Jahren der durchschnittliche Gehalt des geförderten Erzes auf 177,03 g Gold und 244,48 g Silber in der Tonne.

Ein weiteres bekanntes Tellurgoldvorkommen Siebenbürgens ist dasjenige von **Offenbánya**[1]) am Aranyos, 15 km nordöstlich von Verespatak. Man hat dort zwei ganz verschiedene Arten von Golderzlagerstätten zu unterscheiden, nämlich die stockartigen Hohlraumfüllungen in kristallinem Kalk und die Gänge im Dacit.

Die Unterlage des südlich von Offenbánya liegenden goldführenden Gebirges bilden kristalline Schiefer, in der Hauptsache Glimmerschiefer; diese enthalten keine Goldgänge. Sie werden durchbrochen von Dacit, der im Ganggebiete an den Bergen Dialu Wunet und Dialu Ambrului propylitisch ausgebildet und in der Nähe der Gänge kaolinisch zersetzt ist, und von Hornblendeandesit, in welchem scheinbar keine Gänge aufsetzen. Außer den vom Dacit umschlossenen, wegen des Auftretens der „Erzstöcke“ wichtigen Kalkschollen des Dialu Ambrului und Dialu Puinitor tritt letzteres Gestein auch, den Glimmerschiefer diskordant überlagernd, etwas weiter südlich an der Baja rosi auf, wo gleichfalls Bergbau umgegangen ist. Wo der Dacit den Glimmerschiefer durchbrach oder Partien von solchem umhüllte, wird zwischen beiden Gesteinen eine mehrere Meter mächtige Breccie beobachtet, die aus Bruchstücken des Schiefers und dem Eruptivgestein als Bindemittel besteht.

Die Golderzgänge sind auch zu Offenbánya nicht untereinander gleichartig. Man unterscheidet:

1. die Goldformation im Franziszi-Feld mit den Fortunaklüften (im Norden);
2. die Goldtellurformation nahe dem Elisabeth-Schacht mit den Vincenti-Klüften (mittleres Gebiet);
3. die Tellurformation im Barbara-Feld mit den steilen Klüften (im Süden).

---

[1]) v. Cotta, Über die Erzlagerstätte von Offenbánya in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 155. — Ders., Über Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens; Gangstudien, IV, 1862, 81—85. — v. Fellenberg, ebenda 166—170. — Grimm, Die Erzniederlage und der Bergbau zu Offenbánya in Siebenbürgen; Jahrb. k. k. Bergakad., XVI, 1867, 306—372. — Pošepný, Über den inneren Bau der Offenbányaer Bergbaugegend; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1875, 70—74. — Weisz, Der Bergbau in den siebenbürgischen Landesteilen; Mitt. a. d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anst., IX, 1890—95, bes. 150—152. — Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIII, 1894, 321—322. — Semper, Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges; Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F., XXXIII, 1900, 183—198.

Die wenig mächtigen, aber stellenweise sehr zahlreichen und stockwerkartig sich häufenden Gänge der Goldformation führen hauptsächlich Quarz, Freigold in mannigfachen Formen, goldführenden Pyrit, der stellenweise und besonders an den Gangscharungen auch das Nebengestein imprägniert und abbauwürdig machte, und selten haarförmiges gediegen Silber. Die Goldtellurgänge, deren man 13 kannte, zeigten gleiches Streichen und Fallen wie die vorigen und waren überdies sogar teilweise mit diesen identisch, indem dieselben Gänge im Hangenden einer bestimmten, das Gangsystem widersinnig durchsetzenden Kluft Tellurerze neben dem Freigold führten. Außerdem bestand die Gangfüllung aus Pyrit, Bleiglanz, Blende, Silberfahlerz, Antimonglanz und Rotgiltigerz. Auch die Tellurgoldgänge bildeten stellenweise als „Stöcke" bezeichnete Scharungen. Die fünf steil einfallenden Klüfte der Tellurformation waren trotz ihrer sehr geringen Mächtigkeit im Streichen und Fallen bemerkenswert gleichbleibend. Sie enthielten das Gold nur in den Telluriden Sylvanit, dem selteneren Nagyagit und dem noch selteneren Weißtellur (Müllerin), neben Pyrit, Markasit, Kupferkies, Arsenkies, Blende, Fahlerz, Bournonit, Rotgiltigerz und Silberglanz, sowie Quarz, Kalkspat, Manganspat und Manganocalcit. Die Tellurgänge besitzen ein nordsüdliches, die übrigen Gänge ein ostwestliches Streichen.

Am Dialu Ambrului und Puinitor tritt kristalliner Kalk in Kontakt mit dem Dacit; längs der Kontaktflächen fand die Bildung von Höhlen statt, in welchen sich außer Letten auch Bruchstücke des Kalkes und Dacits und Erze, wie Pyrit, Blende, Bleiglanz, Arsenkies, Fahlerz, Sylvanit und Freigold, samt Quarz, Manganspat, Kalkspat, Manganblende und Schwerspat finden. Die Erze bilden mitunter konzentrische Schalen um die Gesteinsbruchstücke oder kleine schalige Konkretionen. Diese „Erzstöcke" sind in früherer Zeit scheinbar mit großem Erfolg abgebaut worden. Eine von v. Cotta genauer beschriebene derartige Lagerstätte hatte eine Ausdehnung von über 300 m. Die hauptsächlichsten Vorkommnisse waren der „alte und der neue Bleistock", welche viel Bleiglanz, aber kein Gold führten.

Der Aranyos- (= Gold-) Fluß hat seinen Namen von den uralten Goldwäschereien jener Gegenden. Zahlreiche Pingen, Halden und Schlackenhaufen weisen auf den alten, wahrscheinlich im XIV. Jahrhundert aufgenommenen Bergbau. Der Staat betrieb lange Zeit Bergbau auf den Erzstöcken, doch mußte der Betrieb als nicht mehr lohnend in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts eingestellt werden. Seitdem hat man, allerdings nicht ohne Unterbrechungen, nur mehr die Gänge abgebaut.

Zu den ergiebigsten Goldfeldern der Erde gehören gegenwärtig diejenigen von **Westaustralien.**[1]) Dieses ungeheure Gebiet umfaßt ein Drittel des ganzen

[1]) Calvert, The goldfields of Western Australia; Eng. Min. Journ., LVII, 1894, 438, 461—462. — Zerenner, Über afrikanische und australische Goldgewinnung jetzt und in Zukunft, nebst geschichtlichem und geographischem Überblick über die Goldfelder von Coolgardie; Jahrb. k. k. Bergakademien, XLIII, 1895, 407—444. — Gmehling, Über die Goldlagerstätten von Coolgardie (Westaustralien); Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLV, 1897, 425-429. — Ders., Beitrag zur Kenntnis der westaustralischen Goldfelder; ebenda XLVI, 1898, 161—163. — Sloet van Oldruitenborgh, Technical observations upon the Coolgardie gold-fields; Min. Journ., 1897, 819—820, 859, 877 usw.; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 63—65. — Schmeißer und Vogelsang, Die Goldfelder Australasiens, 1897. — Halse, Observations on some gold-bearing veins of the Coolgardie, Yilgarn, and Murchison gold-fields, Western-Australia; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., XIV, 1897—98, 289—311, mit Literaturangaben. — Ders., ebenda XX, 1900 bis 1901, 507—509. — Bancroft, Kalgoorlie, Western Australia, and its surroundings; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, 88—100. — Hoover, The superficial

Kontinents. Es galt von jeher als reich an Metallen, besonders an Blei und Kupfer; Gold wurde dagegen erst im Jahre 1885 in nennenswerterer Menge im Kimberley-Distrikt, im Nordosten des Landes nachgewiesen, und seitdem haben sich die Goldfunde so gemehrt, daß die bis dahin fast unbetretenen wasserlosen Wüsteneien des zentralen und südlichen Teils Industriegebiete geworden sind. Geißel nennt schon 1902 19 Goldfelder, welche zusammen einen Flächeninhalt von fast 850000 qkm einnehmen. Die wichtigsten davon sind die im Zentrum und nach Osten zu gelegenen, nämlich das Murchison-, das Mount Margaret- und besonders das Ost-Coolgardie- oder Kalgoorlie-Goldfeld (gegenwärtig das bedeutendste); die beiden Minenzentren Boulder City und Kalgoorlie, welche sich heute über ehemaligen Stätten völligster Wildnis erheben, sind neben Perth und Fremantle die bevölkertsten Städte Westaustraliens geworden. Daß sich durch die reichen Goldausbeuten der Wohlstand des Landes vervielfacht hat, braucht kaum gesagt zu werden.

Der Golddistrikt von **Kalgoorlie** liegt ungefähr unter dem 31° südl. Breite, 600 km ONO. von der Hauptstadt Perth; die erst etwa 8 Jahre alte Stadt ist mit letzterer durch eine Eisenbahn verbunden. Das weitere Gebiet besteht aus Gneis, granitähnlichen Gesteinen und kristallinen Schiefern, untergeordnet auch aus paläozoischen und mesozoischen Sedimenten und einer Bedeckung von Tertiär; die in Sättel und Mulden gelegten, NS. streichenden Schichten werden vielfach von Diorit- und Granitmassen durchbrochen. Für den engeren Gangdistrikt von Kalgoorlie kommen ganz besonders Gesteine in Betracht, welche einstweilen nur

---

alteration of Western Australian ore-deposits; ebenda 1899, 758—765. — Mitchell, The peculiar ore-deposit of the East Murchison United Gold-Mine, Western Australia; ebenda XXIX, 1900, 556—562. — Gascuel, Notes sur les champs d'or de Coolgardie; Ann. d. min. (9), XV, 1899, 205—231. — Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVIII, 1899, 413—414, Das Kalgoorlie-Goldfeld, nach einem Aufsatz von Holst. — Blatchford, The geology of the Coolgardie goldfield; Geol. Surv. of West. Austr., Bull. 3, 1899; Ref. N. Jahrb., 1901, II, — 402 —. — Card, Notes on the countryrock of the Kalgoorlie goldfield, Western Australia, with a bibliography; Rec. of the Geol. Surv. of New South Wales, VI, Part I, 1898, 17—43; Ref. N. Jahrb., 1900, I, — 243—244 —. — Krusch, Beitrag zur Kenntnis der nutzbaren Lagerstätten Westaustraliens; Ztschr. f. pr. Geol., 1903, 321—331, 369—378. — Ders., Über einige Tellurgoldverbindungen von den westaustralischen Goldgängen; Centralbl. f. Min. usw., 1901, 199—202. — Ders., Die Tellurerze Westaustraliens; Ztschr. f. pr. Geol., 1901, 211—217. — Rickard, The telluride-ores of Cripple Creek and Kalgoorlie; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 708—718. — Ders., The veins of Boulder and Kalgoorlie; ebenda XXXIII, 1903, 567—577. — Küß, L'industrie minière de l'Australie occidentale; Ann. d. min. (9), XIX, 1901, 47—69. — Geißel, Western Australia's mining industries; Eng. Min. Journ., LXXIII, 1902, 45—49; danach Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 136. — Brooks, The Kalgoorlie gold-field; ebenda 49. — Carnot, Sur les tellurures d'or et d'argent de la région de Kalgoorlie; Comptes rendus, CXXXII, 1298—1302 und Ann. d. min. (9), XIX, 1901, 530—540. — Simpson, Notes from the departemental laboratory; Geolog. Survey of Western Australia, Bull. No. 6, 1902, zitiert von Krusch. — Spencer, Mineralogical notes on Western Australian tellurides; Min. Mag., XII, 1903, zitiert von Krusch.

mit den Sammelnamen Diorite, Amphibolite und Hornblendeschiefer bezeichnet werden können; nach Cards Untersuchungen wären sie als umgewandelte basische Intrusivgesteine aufzufassen; nach Bestimmungen Kemps (zitiert von Bancroft) sind die Gesteine wenigstens teilweise umgewandelte Pyroxenite (jetzt aus Tremolit und Aktinolith bestehend) und Serpentin-Chloritgesteine.

Die Golderzlagerstätten stellen entweder einfache Gänge oder Zertrümerungszonen dar, welch letztere aus vielen schmalen oder breiteren Gängen bestehen, längs deren die zwischenliegenden Nebengesteinsschollen verquarzt und selbst mit Erz imprägniert sind. Von diesen zusammengesetzten Gängen soll zunächst die Rede sein. Sie wechseln vielfach ihre Mächtigkeit und ihr Einfallen und scharen sich zum Teil im Streichen und Fallen, wobei dann an den Vereinigungspunkten Goldanreicherungen auftreten. Man kennt etwa zehn SO.—NW. streichende, im großen ganzen parallele Gänge, welche sich nach Krusch in drei Gruppen ordnen; sie sollen schon im Jahre 1903 $2^1/_2$ km weit verfolgt gewesen sein. Innerhalb dieses die „goldene Meile“ genannten Ganggebiets sind über 100 Gruben eröffnet worden, von denen aber nur etwa ein Dutzend einen regelmäßigen Betrieb führen, und z. B. die Golden Horseshoe, Great Boulder, Perseverance, Lake View Consols zu den bekanntesten gehören. Die Mächtigkeit der zusammengesetzten Gänge schwankt zwischen wenigen und über 30, ja nach Hoover sogar bis zu 100 Fuß. Ihre Füllung besteht aus Quarz, untergeordnet auch aus Kalkspat, wozu in der frischen Gangmasse noch folgende Erze treten: Freigold, goldhaltiger Pyrit, Calaverit mit bis zu 1,5 % Selen, seltener Krennerit, häufig Petzit, endlich Hessit, Coloradoit und Altait. Bleiglanz, manchmal von Freigold begleitet, ist häufig beobachtet worden, Zinkblende, Tetradymit, Tellur, Wismut, Wismutglanz und Kupfersulfide sind spärlicher, Fahlerz wird gleichfalls erwähnt, und endlich wären noch Scheelit und Vanadinit zu nennen. Bemerkenswert ist auch zu Kalgoorlie das Auftreten von Turmalin auf den Golderzgängen. Im allgemeinen sind die Erze in den Quarz fein eingesprengt, es kommen aber auch größere Partien von Freigold und Telluriden vor.

Eine besondere Beschaffenheit besitzt der Ausstrich der Gänge von Kalgoorlie. Die Verwitterung reicht sogar auf demselben Gange in sehr wechselnde Teufe, auf der Grube Hannans Brownhill z. B. soll diese nach Hoover 120 m, bei anderen dagegen nur 15 m betragen. Das Gold besitzt in den Zonen der Umwandlung verschiedenes Aussehen: als „mustard-gold“ (Senfgold) bildet es senffarbige, erdige Überzüge oder kleine Klümpchen, welche in Hohlräumen liegen; als „sponge-gold“ (Schwammgold) besteht es aus Aggregaten mikroskopisch kleiner Kriställchen von außerordentlicher Reinheit (nach Simpson 99,91 % Au und 0,09 % Ag); als „flake-gold“ (Flocken-Gold) bezeichnet man außerordentlich dünne Goldüberzüge auf Klüften. Es ist fast sicher, daß diese besondere Erscheinungsweise des Goldes auf das Verhalten der Tellurgoldverbindungen bei der Verwitterung zurückzuführen ist, und Krusch vermutet, daß die aus dem Tellur und aus dem in geringer Menge anwesenden Selen entstehenden Säuren eine Bedeutung bei dieser Umlagerung besessen haben. Das seltene Vorkommen von körnigem Gold im Ausstrich erwähnt Hoover. Wie Krusch angibt, sind merkwürdigerweise die Tellurgoldgänge von Kalgoorlie in den Verwitterungszonen

ärmer als in den Zonen des sulfidischen Erzes. Folgende Zusammenstellung läßt das erkennen:

Horse Shoe Mine.

	Oxydisches Erz g pro t	Sulfidisches Erz g pro t
Westgang . . .	9,3	19,7
Gang No. 2 . . .	14,0	21,2
„ No. 3 . . .	21,7	31,1
„ No. 4 . . .	29,5	62,2—124,4

Beim Abbau der Gangausstriche erwies sich auch das Nebengestein bis auf einige Entfernung mit Freigold imprägniert; sein Gehalt betrug bis zu 12 g pro t, wurde aber immer geringer, je weiter man in die Tiefe drang, und hörte schon bei etwa 60 m fast ganz auf. Hoover nimmt an, daß sich das Gold allmählich in dem hochgradig veränderten und mürben Gestein von obenher bei der äußerst langsamen Verwitterung angereichert habe, indem es wegen seiner sehr feinen Verteilung großenteils mechanisch, also ungelöst, niedersank.

Außer den soeben ausführlicher besprochenen goldführenden Zerrüttungszonen kommen in Westaustralien und auch im weiteren Gebiet von Kalgoorlie einfache Goldquarzgänge vor. Sie enthalten selten Tellurerze; das Freigold ist gewöhnlich körnig und soll oft in außerordentlich reichen Nestern einbrechen. Im Gegensatz zu den erstgenannten Tellurgoldgängen hat sich ihr Abbau in den allermeisten Fällen nur in den oberen Teufen gelohnt.

Die Schwierigkeiten, mit welchen der Goldbergbau im Coolgardiegebiet anfänglich zu kämpfen hatte, waren enorme. Das weite Plateau ist sozusagen wasserlos, und noch nach Eröffnung der Eisenbahn kostete dort ein Liter Trinkwasser 5 Pfg.;[1]) die Arbeitslöhne betrugen 13½ M., Holz fehlt durchaus, sowohl für die Zimmerung wie als Brennmaterial. Gold ward im Jahre 1892 zu Coolgardie und 1893 zu Kalgoorlie entdeckt; im Jahre 1896 wurde man auf die Tellurerze aufmerksam. Schon 1895 wurde die Eisenbahn von Perth her eröffnet, in welche von Süden her diejenige von Albany einmündet. Im Beginn der Erschließung war das Coolgardie-Goldfeld besonders wegen seines reichen Alluvialgoldes berühmt geworden.

Über die Goldquarzgänge von Lawlers im East Murchison-Distrikt hat Mitchell einige Angaben gemacht. Sie setzen angeblich in Granit auf und führen neben Schwefelkies Bleiglanz, welch letzterer den Goldgehalt herabdrückt. Im Ausstrich sind die Gänge reich an goldführenden Eisen- und Manganverbindungen.

Ein reiches Golderzfeld scheint neuerdings zu Donnybrook[2]) in Westaustralien, 210 km südlich von Perth und 42 km von der an der Westküste gelegenen Hafenstadt Bunbury, aufgedeckt worden zu sein. In der Nähe befindet sich das späterhin zu beschreibende Zinnerzvorkommen von Greenbushes. Arkoseartige, in der Nachbarschaft der Gänge stark veränderte Sandsteine und daneben Tonschiefer bilden das herrschende Gestein, außerdem kommen Hornblendegranit, Diorit und Diabas vor, welche aber scheinbar in keinem erkennbaren Zusammenhang mit den Gängen stehen. Die letzteren sind 0,3—3 m

[1]) Siehe Gmehling, 1897, 425. Jetzt wird nach Krusch das Wasser aus der Gegend von Perth durch eine 520 km lange Wasserleitung herbeigeschafft und kostet nur noch 10 Pfg. pro Hektoliter.

[2]) Beyschlag und Krusch, Die Goldgänge von Donnybrook in Westaustralien; Ztschr. f. pr. Geol., 1900, 169—174.

mächtig und führen teilweise lagenförmig gebänderte Massen von Chalcedon und Quarz, die in den Ausstrichen zu pulverigen Aggregaten zerfallen, Gold in feinsten Einsprengungen und in filigranartigen Skeletten und Schwefelkies. Über dem Grundwasserspiegel erwiesen sich die Gänge als reich und abbauwürdig. Beyschlag und Krusch haben eine ausführlichere Beschreibung des noch unvollkommen erschlossenen Vorkommens gegeben, das hier im Anschluß an die übrigen westaustralischen Golderzgänge erwähnt werden soll.

Das Vorkommen von Goldquarzgängen in Südaustralien, die auch Tellurnickel (Melonit) führen, erwähnte Dieseldorff.[1])

Die Goldproduktion der australischen Provinzen im Jahre 1903 ergibt die nachstehende Übersicht:

Neusüdwales	7907,5 kg.	Tasmanien	1862,6 kg.
Neuseeland	14920,1 „	Viktoria	23864,6 „
Queensland	20791,8 „	Westaustralien . . .	61556,2 „
Südaustralien und Nordterritorium	692,6 „		131595,4 kg.

Der in neuester Zeit wegen seines großartigen Goldreichtums berühmt gewordene **Cripple Creek**-Distrikt[2]) liegt im Zentrum des Staates Colorado und 11—20 km südwestlich von dem über 4300 m hohen Granitstock des Pike's Peaks, welcher unmittelbar über mesozoischen Sedimenten der nordamerikanischen Zentralebene aufsteigt. Die jetzt 20000 Einwohner zählende Stadt Cripple Creek (im Teller County) liegt in einem 2700—3200 m hohen Hügelland, welches aus den Produkten jungvulkanischer Eruptionen aufgebaut ist, die ihrerseits auf dem Granit- und Granitgneisgebirge vor sich gingen. Die Hauptmasse der Gesteine besteht aus vulkanischen Breccien und Tuffen mit eingelagerten massigen Intrusionen. Die ältesten Produkte der vulkanischen Tätigkeit sind Andesite, dann folgte eine Zeit der Phonolithe und auf diese endlich verschiedene basische Gesteine, wie Nephelinbasalt, Limburgit, Feldspatbasalt und Tephrit. Rhyolith wird gleichfalls genannt, ist aber sehr selten und gehört scheinbar nicht dem

---

[1]) Neue Tellurgoldvorkommnisse in Südaustralien; Ztschr. f. pr. Geol., 1899, 423. — Ders., Neue Funde von Tellurnickel (Melonit); Centralbl. f. Mineral. etc., 1900, 98—100.

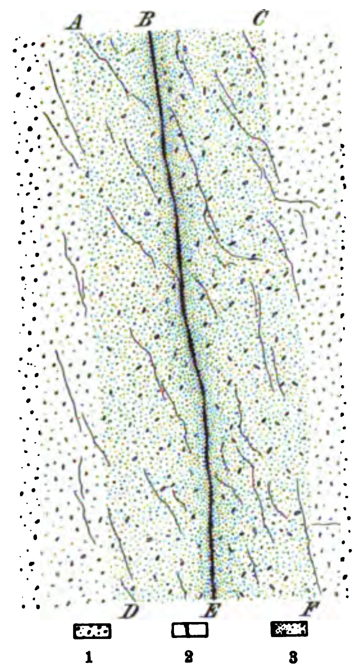
[2]) Blake, The gold of Cripple Creek; Eng. Min. Journ., LVII, 1894, 30. — Pearce, The occurrence of gold in the Cripple Creek District; ebenda 271. — Cross and Penrose, Geology and mining industries of the Cripple Creek District, Colorado; XVI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part II, 1894—95, 13—209. — Skewes, The ore shoots of Cripple Creek; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1896, 553—579. — Cross, Blatt Pike's Peak des Atlas der U. St. Geol. Survey. — Lindgren, Metasomatic processes in fissure-veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 578—692, bes. 654—658. — Rickard, The Cripple Creek volcano; ebenda 367—403. — Ders., The telluride-ores of Cripple Creek and Kalgoorlie; ebenda 708—718. — Ders., The lodes of Cripple Creek; ebenda XXXIII, 1903, 578—618. — Stevens, Basaltic zones as guides to ore-deposits in the Cripple Creek District, Colorado; ebenda XXXIII, 1903, 686—698. — Liebenam, Der Cripple Creek-Golddistrikt, seine Entdeckung, Entwickelung, Geologie und Zukunft; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXIII, 1904, 2—5, 29—32, 57—60, 89—92, 117—121, 161 bis 164. — Lindgren and Ransome, Report of progress in the geological resurvey of the Cripple Creek district, Colorado; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 254, 1904.

Cripple Creek-Vulkan selbst an. Durch Fumarolen und heiße Wässer ist zum Schlusse der vulkanischen Tätigkeit das geförderte Material in weitem Umfang verändert worden. Die Gegend von Cripple Creek stellt scheinbar ein isoliertes, durch jüngere Erosion stark abgetragenes Vulkangebiet dar, das aber doch in Beziehung zu den in der weiteren Umgebung verbreiteten vulkanischen Gebilden steht. Eine besondere Verbreitung hat unter den jungeruptiven Gesteinen der Phonolith, der in zahlreichen Gängen das Gebiet durchsetzt. Es sind Gesteine mit etwa 59 % SiO_2, 20 % Al_2O_3, 5,5 % K_2O und 8,5—10 % Na_2O.

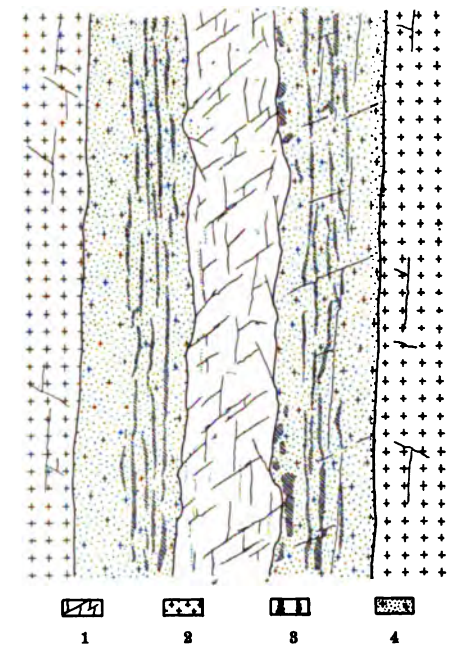
Die Erzgänge von Cripple Creek sind in technischer Beziehung Goldgänge mit einem nur nebensächlichen Silbergehalt. Im großen ganzen sind die Lagerstätten hochgradig verändertes Nebengestein; längs feiner Spalten ist dasselbe, welcher Art es auch sei, in Massen von Kaolin und Sericit umgewandelt, die von Quarz, Opal, meist rotviolettem Flußspat und neugebildetem Orthoklas samt Pyrit und dem Tellurid durchwachsen sind. Mitunter tritt eine völlige Verkieselung des Gesteins ein. Selten ist eine wirkliche Spaltenausfüllung größeren Umfanges zu beobachten. Die bezeichnete Umwandlung des Nebengesteins geht bis in die bis jetzt erreichten Tiefen und ist keine Oberflächenerscheinung. In den Teufen über 30 m herrscht Freigold, darunter tritt meistens, aber nicht immer, das Tellurgold (Calaverit mit etwa 40 % Gold und 1—3 % Silber) auf, so daß kein Zweifel darüber bestehen kann, daß ersteres großenteils aus dem Tellurid hervorgegangen ist; das Freigold hat daher auch häufig den Charakter des unscheinbaren, schwammig-porösen „sponge"-Golds von brauner Farbe. Das Tellurid wird von viel Pyrit begleitet, der sich manchmal als goldfrei erwiesen hat und sowohl im Nebengestein wie in den Gängen, in der Regel in eingesprengten Kristallen und Kristallgruppen, seltener in derben Massen auftritt. Der hauptsächlichste Goldträger ist jedenfalls der Calaverit. Da sekundäre Manganoxyde verbreitet sind, so wird das Vorkommen von Manganspat oder Rhodonit vermutet; Bleiglanz und Zinkblende sind spärlich, Kupfererze sehr selten. Antimonglanz und Antimonfahlerz werden nur gelegentlich angetroffen. Neben dem Quarz, welcher die Hauptgangart bildet, tritt der meistens violette, seltener grüne oder farblose Flußspat in Kriställchen, Aggregaten oder in dünnem Lagen auf und verleiht dem Erze, in inniger Verwachsung mit Quarz, häufig eine prächtige Färbung („purple quartz"). Wie gesagt, ist der Silbergehalt des Erzes meistens ein untergeordneter, beträgt aber doch z. B. auf der Blue Bird-Grube bis gegen 800 g pro Tonne und dann das Neunfache der Goldmenge.

Nach Rickard hat die Erzansiedelung und Vererzung des Gesteines längs feiner Risse stattgefunden, welche sowohl Granit wie Andesit, Phonolith, Breccien und Basalte durchziehen, ist also jünger als sämtliche Gesteine des Gebietes. Die Mineralisationszonen, welche man nicht mit vollem Rechte als Gänge bezeichnen würde, folgen gerne Zerrüttungen längs der Grenze verschieden harter Gesteine und sind deshalb z. B. Phonolithgängen, welche Granite durchsetzen, zu einer oder beiden Seiten unmittelbar benachbart (Fig. 151); da aber Apophysen der größeren Phonolithintrusionen und stellenweise diese selbst von den Golderzzonen durchsetzt werden, so folgt daraus, daß die Mineralisation in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit dem Empordringen dieses Gesteins steht. Im Granit

bildet mitunter eine sehr schwache Quarzader die Mitte einer einige Fuß mächtigen Zone von zersetztem, erzführendem Gestein, welche als das eigentliche Golderz zu betrachten ist. Zu beiden Seiten der Imprägnationszone ist das Gestein ganz frisch; in ihr ist besonders der Glimmer verschwunden bezw. in Chlorit umgewandelt, der Quarz umgelagert, viel Flußspat zur Ansiedelung gelangt. In ähnlicher Weise geht auch die Imprägnation und Umwandlung der andesitischen Breccien und des Phonoliths vor sich (Fig. 152). Im übrigen sind die Verhältnisse so mannigfaltig, daß sie hier im einzelnen nicht besprochen werden können; typisch



1 Andesitbreccie; 2 *BE* Kluft mit Erz, Quarz und Flußspat; 3 gebleichte, mit Golderz imprägnierte Breccie. Die Zone *AD* = *CF* ist etwa 1 m breit und führt durchschnittlich gegen 70 g Gold in der Tonne.



1 Phonolith; 2 Granit; 3 Golderz und Flußspat; 4 imprägnierter Granit. Profilbreite gegen 2 m.

Fig. 151 u. 152.
Gangprofile aus dem Distrikt von Cripple Creek.
(Rickard, 1903.)

für das Cripple Creek-Vorkommen ist aber fast immer die Umwandlung von Nebengestein in Quarz, Flußspat und Golderz längs feiner Lösungskanäle. Übrigens kann der Flußspat auf manchen Gängen fast ganz fehlen, und es wäre irrig, ihn als eine notwendige Voraussetzung für den Goldreichtum im allgemeinen zu betrachten. Penrose hält es indessen für wahrscheinlich, daß ein reichliches Vorkommen des Fluorids diejenigen Gänge auszeichne, welche das Gold besonders als Tellurid führen. Der Goldreichtum der Gänge ist im allgemeinen kein gleichmäßiger, sondern an Adelszonen gebunden, welche bald regelmäßig säulenförmig, bald unregelmäßig gestaltet sind.

Die Golderzgänge von Cripple Creek wurden im Jahre 1891 entdeckt und im Jahre 1893 in solchem Umfang in Abbau genommen, daß der Distrikt neben dem Witwatersrand in die erste Reihe der Goldproduzenten getreten ist. Seine Produktion von 1891 bis einschließlich 1901 hatte einen Wert von über 530 Millionen Mark. Der Goldgehalt der Erze schwankt zwischen wenigen Gramm und einigen Kilogramm in der Tonne; im Durchschnitt betrug er 75—130 g in den anfangs abgebauten Erzen; jetzt werden bedeutend ärmere Gehalte verarbeitet.

Die hauptsächlichsten goldproduzierenden Staaten der Union erzeugten im Jahre 1902 folgende Goldwerte:

Colorado . . .	121,0 Mill. Mark.	Montana	18,6 Mill. Mark.
Kalifornien . .	71,4 „ „	Arizona	17,5 „ „
Alaska	35,5 „ „	Utah	15,3 „ „
Süddakota . . .	29,6 „ „	Nevada	12,3 „ „

Die gesamte Goldproduktion der Vereinigten Staaten betrug 120370 kg im Werte von 340 Mill. Mark gegenüber einer Weltproduktion von 448332 kg oder 1266 Mill. Mark.

Bevor die Golderzgänge von Cripple Creek bekannt waren, hatte man schon im **Boulder County**,[1]) 145 km nördlich von letzterer Stadt, Tellurerze abgebaut. Der Untergrund besteht aus kristallinen Schiefern, unter denen „Granitgneis“ vorwaltet, während die Gänge besonders dort vorkommen sollen, wo dieser Einlagerungen von „Chloritgneis“ (Protogingneis?) und Glimmerschiefer enthält. Gänge von „Quarzporphyr“ (Rhyolith?) und Andesit sind verbreitet, indessen scheinen keine unmittelbaren Beziehungen zwischen diesen und den Golderzgängen zu bestehen. Die letzteren sind mit mehr oder weniger dichtem, hornsteinartigem Quarz durchwachsene und imprägnierte, 0,6—0,75 m mächtige Zerrüttungszonen im Granitgneis; die Gangart führt besonders fein eingesprengten Markasit und Goldsilbertelluride (hauptsächlich Petzit). Stellenweise kommt letzterer in sehr ergiebigen Anreicherungen vor.

Höchst eigenartig sind die Tellurgoldvorkommnisse in den nördlichen **Black Hills** (Süd-Dakota) in der Gegend von Deadwood und Lead City bei Terry's Peak; es ist der sog. „Siliceous Gold-Belt“, der eine ungefähr 10 km lange und 5—6 km breite Zone deckt, innerhalb welcher die Lagerstätten allenthalben verbreitet sind. Kambrische Kalke, Schiefer, Sandsteine, Quarzite, zuunterst Konglomerate liegen ungefähr horizontal über steil aufgerichteten algonkischen Schiefern, Quarziten usw. und werden von zahlreichen Gesteins-Gängen durchbrochen, welche Kemp als Trachyte und Phonolithe bezeichnet; solche bilden auch Lagergänge in dem Kambrium, das mit mehr oder weniger Recht der Potsdamformation zugerechnet und vom Carbon, insbesondere dem Kohlenkalk

[1]) Rickard, The veins of Boulder and Kalgoorlie; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 567—577.

[2]) Kemp, Ore deposits, 1900, 311—313. — Smith, The occurrence and behavior of tellurium in gold-ores, more particularly with reference to the Potsdam ores of the Black Hills, South Dakota; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, 485—504. — Ders., The Potsdam gold-ores of the Black Hills of South Dakota; ebenda XXVII, 1898, 404—428. — Chance, Gold-ores of the Black Hills, South Dakota; ebenda XXX, 1901, 278—285. — Irving, A contribution to the geology and ore deposits of the Northern Black Hills, South Dakota; Ann. N. York Acad. of Sciences, XII, Part II, 1899, zitiert von Kemp.

überlagert wird. Die Schiefer und Sandsteine sind außerordentlich stark zerrüttet und an vielen Stellen mit Erz imprägniert, weshalb in jenem ganzen, viele Quadratkilometer großen Gebiete das Gestein als goldführend bezeichnet werden kann. Die eigentlichen Erzmittel stehen mit mehr oder weniger vertikalen, die harten Quarzite und Konglomerate im Liegenden der Schiefer durchsetzenden Klüften im Zusammenhang, welche sich offenbar in der Zerrüttung dieser letzteren verloren haben und von denen man annimmt, daß auf ihnen die erzbringenden Lösungen emporgestiegen seien. Mitunter begleitet das Erz einen Eruptivgang und dringt von diesem her in das Nebengestein ein. Die Mineralführung der imprägnierten Gesteine besteht hauptsächlich aus Quarz, durch den eine völlige Verkieselung herbeigeführt wird, der aber unter dem Mikroskop (nach Smith) als echtes Gangmineral mit Drusen und Lagenstruktur erkennbar ist, aus etwas Kalkspat, Flußspat und viel Pyrit. Frisches Erz enthält etwa 10 g Gold, 30 g Silber und 120 g (= 0,012 %) Tellur in der Tonne. Auch die an die Erze angrenzenden Eruptivgesteine sind stark verkieselt. Sylvanit ist stellenweise erkennbar; Uran und Thorium sollen gelegentliche Bestandteile der Erze sein; das Auftreten der letzteren bringt man in genetische Beziehungen zu den Eruptivgesteinen. Auch auf Klüften des Kohlenkalks sind sylvanithaltige Quarze entdeckt und von verschiedenen Gruben in Abbau genommen worden.

Die Ausbeutung der beschriebenen sog. „Potsdam-Erze“ findet seit 1877 statt. Außer den Tellurgoldlagerstätten und den schon früher geschilderten Homestake-Goldfahlbändern besitzen die Black Hills noch weitere Lagerstätten des Edelmetalls. Neben jungen Seifen quartären und rezenten Alters kennt man noch goldführende Pegmatite, goldführende kambrische Konglomerate, die man für echte alte Seifen gehalten hat, die aber nach Kemp gleichfalls Imprägnationen sein sollen wie die „Potsdam-Erze“, und endlich linsenförmige Goldquarzeinlagerungen in Schiefern.[1])

Tellurgolderzgänge werden auch in den **Judith-Bergen**[2]) im Staat Montana abgebaut. Jenes etwa 30 km lange, 8—10 km breite, gegen 800 m über das Vorland aufsteigende isolierte Bergland liegt zwischen dem Yellowstone-Fluß und dem Missouri, südlich der Stadt Benton und nahe Fort Maginnis. Das Gebirge besteht hauptsächlich aus dickbankigen, ziemlich steil aufgerichteten Massen von Kohlenkalk und einer Anzahl mächtiger Intrusivmassen, welche besonders die zentralen größeren Erhebungen bilden.

Außer dem Kohlenkalk, welcher für das Auftreten der Lagerstätten eine besondere Bedeutung hat, sind auch Tonschiefer, Sandsteine und dünnschichtige Kalksteine des Kambriums, Silurs und Devons und gleichfalls aufgerichtete und gefaltete verschiedenartige Ablagerungen der Jura- und Kreidezeit am Aufbau des Gebirges beteiligt. Die mächtigeren plutonischen Massen werden umschwärmt von zahlreichen Intrusionen, die inmitten sämtlicher genannter Sedimente anzutreffen sind; Pirsson bezeichnet sie als Granitporphyr, Syenit, Syenitporphyr und Dioritporphyrite, neben denen in Gängen und lagerförmigen Intrusionen noch die dem Eläolithsyenit verwandten Tinguait-Porphyre zu nennen sind. Das Alter dieser Gesteine ist offenbar ein recht jugendliches. Die Erscheinungen der Kontaktmetamorphose sind in dem Gebiete nur geringfügig.

Die Lagerstätten der Judith-Berge sind vorzugsweise solche von Gold, selten solche von silberhaltigen Bleierzen. Die Golderze finden sich in zerrütteten

[1]) Carpenter, Ore-deposits of the Black Hills of Dakota; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVII, 1889, 570—598.

[2]) Weed, Mineral resources of the Judith Mountains, Montana; Eng. Min. Journ., LXI, 1896, 496—498. — Weed and Pirsson, Geology and mineral resources of the Judith Mountains of Montana; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part III, 1896—97, 439—616.



Kalksteinen nahe dem Kontakt mit „Porphyren“ zusammen mit Pyrit, violettem Flußspat und mehr oder weniger Quarz. In den tonig-eisenschüssig verwitterten Ausstrichen ist das Edelmetall im gediegenen Zustand vorhanden, in der Teufe stellt sich Tellurgold ein; die Erze scheinen ziemlich silberreich zu sein, weshalb sich sekundäre Silbererze auf manchen Gangausstrichen vorgefunden haben, doch ist es nur selten zu einer wirklichen Silbergewinnung gekommen. Im Jahre 1896 war der Bergbau mit einer Teufe bis zu 120 m noch nicht bis über die oberflächliche Verwitterungszone vorgedrungen. Der durchschnittliche Goldgehalt der Lagerstätten beträgt ungefähr 15 g pro t; die Form der zerrütteten, mit Quarz und Flußspat durchwachsenen Kalksteinpartien ist höchst unregelmäßig, ihre Mächtigkeit wechselnd, stellenweise bis zu 12 m und mehr steigend. Der Gangbergbau in den Judith-Bergen stammt etwa aus dem Jahre 1880; er hat in den letzten Jahren einen größeren Aufschwung genommen.

Die Delamar-Goldgrube in Nevada, nahe der Grenze von Utah, ist von Emmons[1]) beschrieben worden. Es sind scheinbar telluridhaltige Quarzpyritmassen mit etwas Kupferkies, welche bis in große Teufe umgewandelt sind und in zerrüttetem Quarzit längs einer Bruchspalte auftreten, ohne die letztere ganz auszufüllen. Eruptivgesteine, die als Granitporphyre und Minetten bezeichnet werden, durchsetzen das Nebengestein gangförmig, enthalten aber selbst keine Erzgänge.

C. Die Goldsilbererzgänge.

* Die Gänge dieser Art sind in mineralogischer Hinsicht durch eine große Unbeständigkeit der stofflichen Zusammensetzung charakterisiert, welche nicht nur innerhalb der großen Gruppe statthat, sondern auch innerhalb der einzelnen Ganggebiete, ja sogar auf den einzelnen Gangindividuen beobachtet werden kann. In bergmännischer Beziehung sind sie durch das Zusammenvorkommen der beiden Edelmetalle ausgezeichnet; das quantitative Verhältnis zwischen beiden ist indessen ein so schwankendes, daß man in der gleichen Gangregion eigentliche Golderzgänge neben fast reinen Silbererzgängen antreffen kann; in manchen Fällen stehen dann diese Gänge in untrennbarer Verwandtschaft zu den reichlich Quarz führenden edlen Silbererzgängen, welche ihrerseits stellenweise einen bemerkenswerten Goldgehalt zeigen können. Noch mehr als letztere scheinen sie hinsichtlich der einbrechenden Gangarten gewissermaßen einen Mischtypus darzustellen. Quarz in verschiedenartiger Ausbildungsweise ist stets vorhanden, daneben fehlen wohl nie Carbonspäte, recht verbreitet ist Schwerspat, seltener Flußspat; Rhodonit und andere Manganverbindungen sind verhältnismäßig häufig, Feldspat wird manchmal beobachtet. Außer Freigold und den mannigfachsten edlen Silbererzen bricht stets der gewöhnlich goldführende Pyrit ein; solcher imprägniert auch gern massenhaft das Nebengestein, ist aber dann in der Regel oder vielleicht immer goldarm. Zinkblende und Bleiglanz, in sehr wechselnden Mengen auch Kupferkies, sind immer vorhanden, und die Gänge haben dann teilweise den Charakter gold- und silberreicher Gänge der sog. kiesigen Bleiformation; manchmal liefern sie sogar im Verhältnis zum Gold- und Silberwert nicht unbeträchtliche Mengen von Blei, Zink oder Kupfer. Arsenkies ist für diese Gänge nicht charakteristisch, der Arsengehalt überhaupt im Vergleich zu demjenigen mancher echter Silbererzgänge ein verhältnismäßig untergeordneter,

[1]) The Delamar and the Horn-Silver Mines; two types of ore deposits in the deserts of Nevada and Utah; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 658—683.



dagegen ist der Antimongehalt, gebunden an mannigfache Sulfantimonide, wie vor allem auch an Fahlerz, häufig ein recht beträchtlicher. Ein großer Teil der Edelmetalle kann in den Sulfiden und Sulfosalzen enthalten sein. Wie so viele edle Silbererzgänge, so zeigen auch diese ihnen verwandten Goldsilbererzgänge manchmal einen Wandel der primären Erzführung mit der Teufe; so sind gewisse Gänge des Schemnitzer Revieres in den oberen Teufen edel silberführend, werden aber in der Tiefe zu goldreichen Gängen vom Charakter der kiesig-blendigen Bleiformation. Nickel und Kobalt spielen sowohl auf den Goldsilbererzgängen wie auf den erwähnten Silbererzgängen keine Rolle.

Die meisten Goldsilbererzgänge sind an die weiten Gebiete gebunden, in denen etwa in der mittleren Tertiärzeit im Zusammenhang mit den damals herrschenden Gebirgsbildungen und Schollenverschiebungen mehr oder weniger gewaltige Ergüsse von Eruptivgesteinen statthatten. Soweit sich das bisher feststellen läßt, scheint in den meisten Fällen die Eruptivfolge in diesen über verschiedene Erdteile verteilten Ländern eine ähnliche gewesen zu sein: Andesit, Dacit und Rhyolith und endlich Basalt; sie entspricht im ganzen der schon von v. Richthofen aufgestellten Reihe. Ebenso hat auch v. Richthofen[1]) auf die engen räumlichen Beziehungen dieser Erzgänge besonders zu grünsteinartig ausgebildeten Andesiten und Quarzandesiten (Daciten) hingewiesen, die er für die tiefstliegenden und ältesten Ergüsse hielt und deshalb als Propylite (Quarzpropylite) bezeichnete. Die Verbreitung dieser in Ungarn als Grünsteintrachyte, anderswo wohl auch als Diabase, Diorite, Porphyrite usw. bezeichneten Gesteine ist eine ganz allgemeine. Ohne daß hier zunächst auf die Ursachen der Erscheinungsweise dieser Gesteinsmodifikation näher eingegangen werde, scheint es berechtigt zu sein, im folgenden den Namen Propylit als einen sehr bezeichnenden beizubehalten. Hier sei nur erwähnt, daß die „Propylitisation“ der Andesite und Dacite nicht auf die nächste Umgebung der Gänge beschränkt ist, sondern in einheitlichen, z. T. recht ausgedehnten Gebieten beobachtet wird. Besonders auch ein Überblick über die edlen quarzigen Silbererzgänge, soweit sie gleichfalls an die Sphäre tertiärer Eruptivgesteine gebunden sind, zeigt, daß diese Gänge nicht im ursächlichen Zusammenhang mit dem Ergusse des Nebengesteins selbst zu stehen brauchen, daß sie vielmehr mitunter nachweislich noch jünger sind als die Rhyolithe der betreffenden Eruptivgebiete; in den Basalten sind sie scheinbar niemals angetroffen worden. Stellenweise treten die Goldsilbererzgänge auch in den von den Eruptivgesteinen durchbrochenen Sedimenten auf.

Unabhängig von der meistens grünsteinartigen Erscheinungsweise des Nebengesteines ist eine tiefgehende Zersetzung desselben längs der Gänge, die zu einer völligen Umwandelung in Kaolin führen kann. Die zersetzten Massen sind sehr häufig mit Quarz und Pyrit imprägniert und von Erzen durchtrümert;

[1]) Über die Systematik der Gesteine, welche die tertiären Eruptiv-Gebirge in Ungarn und Siebenbürgen zusammensetzen; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1860, 92—94. — Ders., Studien aus den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XI, 1860, 153—276, bes. 249—253. — Ders., Principles of the natural system of volcanic rocks; Mem. Cal. Acad. of Sciences, I, 1868, part I; Ref. N. Jahrb., 1868, 852—854.

die Verwitterung im Ausstriche führt zu einer Veredelung der Erzführung und einer nach der Teufe gerichteten Konzentration des Metallgehaltes. Gewöhnlich bilden die Gänge mehr oder weniger breite Zerrüttungszonen, Züge von oft nur wenig mächtigen Trümern mit zwischengelagerten, häufig sehr intensiv zersetzten Gesteinsschollen; besonders die Ausstriche, wo die Verwitterung das eigentliche Wesen der Gänge verhüllt, werden irrtümlich oft als mächtige, mit Ton und zersetzten und verkieselten Gesteinsschollen erfüllte, sehr reiche Gangspalten beschrieben und bildeten z. B. in Amerika ungeheuer reiche Lagerstätten von Gold, gediegen Silber, Silberhalogenverbindungen usw., die naturgemäß in der Teufe unedler wurden. Oft war der größte Erzreichtum erst in einiger Tiefe unter der Oberfläche angetroffen worden.

Neben den mittelbar oder unmittelbar an tertiäre Eruptivgesteine gebundenen Goldsilbererzgängen sind die übrigen nur gering an Zahl und Bedeutung. Es sind hauptsächlich alpine Lagerstätten, die zwar immer nur als Golderzgänge abgebaut wurden, jedoch durch einen teilweise nicht unerheblichen Silbergehalt, durch das Einbrechen von Carbonspäten als Gangarten und durch das mitunter sehr reichliche Auftreten von Bleiglanz und Zinkblende von den echten Goldquarzgängen unterschieden sind. Sie sind an kristalline Schiefer gebunden und wenigstens großenteils zusammengesetzte Quergänge. *

Die altberühmten Golderzlagerstätten der **Hohen Tauern**[1]) bei Gastein gehören wegen ihres im Vergleich zur Goldführung nicht unerheblichen Silber-

[1]) Russegger, Über das Vorkommen des Goldes im salzburgischen Erzgebirge; N. Jahrb., 1832, 89—91. — Ders., ebenda 1835, 182—183. — Ders., Einige Höhen in den Tälern Gastein usw. mit besonderer Rücksicht auf bergmännisch interessante Punkte; ebenda 379—411. — Ders., Über den Bau der Centralalpenkette im Herzogtum Salzburg; Baumg. Ztschr. f. Phys., I, II; Ref. N. Jahrb., 1835, 203—220. — Ders., Über den Nordabhang der Alpen; N. Jahrb., 1835, 505—511. — Ders., ebenda 1836, 194—195. — Reissacher, Die goldführenden Gangstreichen der Salzburger Centralalpenkette; Haiding. naturw. Abh., 1848, II; Ref. N. Jahrb., 1849, 715—719. — Credner, Geognostische Bemerkungen über die Zentralkette der Alpen in Oberkärnten und Salzburg; N. Jahrb., 1850, 513—574, bes. 567—574. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 318—324, Lit. — Schmidt, Nachrichten über die verlassenen Gasteiner Bergbaue; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XVIII, 1870, 147—150, 154—155. — Riedl, Die Goldbergbaue Kärntens und ihre Bedeutung für die Jetztzeit; ebenda XXI, 1873, 158—161, 165—168, 173—175, 181—183. — Rochata, Die alten Bergbaue auf Edelmetalle in Oberkärnten; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXVIII, 1878, 213—368. — Seeland, Die Goldzeche und der Hochnarr; Ztschr. d. deutsch. und österr. Alp.-Ver., IX, 1878, 288—302. — Pošepný, Arch. f. prakt. Geol., I, 1880, 1—256. — v. Beust, Zur Wiederaufnahme der Goldbergbaue in den Tauern; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVI, 1888, 615—616. — Alte Bergwerke in den Ostalpen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LI, 1892, 49—50. — Die Resultate der Untersuchung des Bergbau-Terrains in den Hohen Tauern, herausgegeb. v. k. k. Ackerbauministerium, 1895, Lit. — Canaval, Das Bergbau-Terrain in den Hohen Tauern; Jahrb. d. naturh. Landes-Mus. v. Kärnten, XXIV, 1896, Lit. — Danach Ref. von Krusch, Die Goldlagerstätten in den Hohen Tauern; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 77—88. — Goldzeche in den Hohen Tauern; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XLV, 1897, 502. — Rainer, Das Bergbau-Terrain in den Hohen Tauern; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVI, 1897, 121—124, 177—179, 227—230. — Hoher Goldberg in der Rauris; nach Rainer; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 290.



gehaltes und nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung nicht zu den echten Goldquarzgängen, müssen vielmehr hier ihre Stelle finden. Sie liegen fast alle in der Umgebung der vielbesuchten, von Gletschern umlagerten Hochgipfel Hochnarr (3258 m) und Sonnblick (3095 m) diesseits und jenseits der durch das Gletschergebiet ziehenden Grenze zwischen Salzburg und Kärnten innerhalb einer gegen 8 km langen NW. bis SO. streichenden Zone. Zum Teil sind die alten Bergbaue in der Gletscherregion selbst und in Höhen bis über 3000 m umgegangen. Von Norden ist das Bergbaugebiet vom Tal der Salzach (Pinzgau) her durch die Rauris und das Gasteiner Tal zugänglich. Von der Rauris aus erreicht man auf der Salzburger Seite den Bergbau am Hohen Goldberg, durch das Naßfelder Tal, welches den oberen Teil des Gasteiner Tales bildet, den Bergbau Siglitz, den am Silberpfennig und am Rathaus- (oder Radhaus-) berg. Von Süden her gelangt man besonders vom Zirknitz- und Fleißtal, Nebentälern des von Spital zum Großglockner führenden Mölltals, nach einer größeren Anzahl jetzt völlig verlassener, nahe den Gletschern oder sogar unter ihnen befindlicher Baue, wie z. B. nach der bis 3000 m hoch gelegenen Goldzeche. Nur auf einigen der auf der Salzburger Seite gelegenen Gruben geht dauernd oder zeitweise noch Bergbau um; im übrigen wurde in den letzten Jahren das Goldgebiet der Tauern Gegenstand besonderen Interesses, als das Pro-

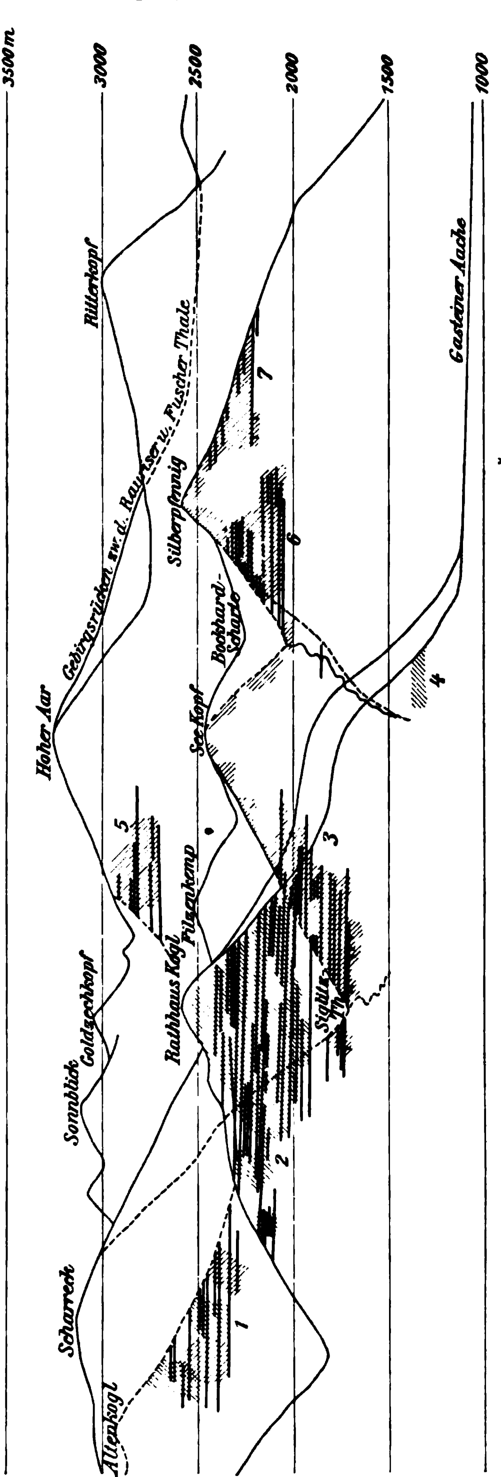


Fig. 153. Höhenlagen der Goldbergbaue auf der Nordseite der Tauern. (Pošepný, 1880.)
1 Goldberg, 2 Rathausberg, 3 Siglitz, 4 Kniebiß, 5 Goldzeche, 6 Pochleiten, 7 Erzwiese.

jekt eines Tunnelbaues zwischen dem Salzach- und Drautale gefaßt und der an sich kaum ausführbare Gedanke erörtert wurde, mittels des Tunnels die Teufen jener Golderzgänge zu erschließen und auszubeuten.[1])

Den Kern der Tauern am Hochnarr und Sonnblick bildet der sogen. „Zentralgneis“ in verschiedenartigen Varietäten; über ihm liegen auf der Kärntner Seite, im ganzen ziemlich flach nach Südwesten einfallend, Glimmerschiefer, Kalksteine, Tonglimmerschiefer mit Chloritschiefern und Kalkschiefer. Innerhalb der Chloritschiefer kommen z. B. am Waschgang im Klein-Zirknitztale und bei Großfragant Kieslager vor. Auf der Salzburger Seite wird lokal bei Kolm Saigurn im Rauristal der südwestwärts fallende Gneis von Schiefer unterteuft, im übrigen aber scheinbar gleichfalls normal von flach gegen Nordosten geneigten Schiefern der vorher bezeichneten Art überlagert.

Die Golderzgänge sind zusammengesetzte Quergänge; ihr Streichen ist fast ausnahmslos ein nordöstliches und ungefähr senkrecht auf das Gebirgsstreichen gerichtet; ihre Erstreckung dürfte bei einigen mehrere Kilometer betragen. Sie finden sich vorzugsweise im Gneis und Glimmerschiefer, mehr untergeordnet in den hangenden Kalkschiefern, Chloritschiefern usw., sind aber besonders reich im Gneis, während sie verarmen oder ganz erzleer werden, wenn sie in die Schiefer übersetzen. Wie v. Cotta erwähnt, war in den Siglitzgängen der Goldgehalt besonders groß im Gneis unmittelbar vor ihrem Übertritt in den Glimmerschiefer, wo sie taub wurden. Die Gänge sind keine einfachen Spaltenfüllungen, sondern zerrüttete, gequetschte und veränderte, von Klüften („Blättern“) durchzogene Zonen des Nebengesteins; letzteres selbst ist manchmal mit Erzen imprägniert. Reissacher hat sie im Gegensatz zu den echten einfachen Gängen als „Gangstreichen“ bezeichnet.

Von den auf der Kärntner Seite[2]) gelegenen alten Gruben hatte zuletzt nur mehr die im Jahre 1897 vorübergehend wieder geöffnete Goldzeche eine geringe Bedeutung. Die Füllung der Gänge scheint dort allenthalben aus Quarz, Eisenspat, Pyrit, Arsenkies, wechselnden Mengen von Bleiglanz, Kupferkies und Blende, stellenweise mit wenig Molydänglanz, vielleicht auch aus etwas Fahlerz bestanden zu haben. Immer ist der Silbergehalt, gewöhnlich sogar beträchtlich höher als der Goldgehalt. Völlig verlassen sind jetzt auch die Gruben an der Erzwiese, am Bockhard und an der Siglitz im Salzburgischen, während am Goldberg neuerdings der Betrieb für einige Jahre wieder aufgenommen worden war und nur am Rathausberg Bergbau umgeht.

Am **Goldberge** sind 26 Gänge und Klüfte bekannt geworden. Die besondere Bedeutung, welche hier gewisse schieferig-lettige Einlagerungen, die sogen. „Neuner“, als Gangablenker spielen, ist schon S. 495 erwähnt worden.[3]) Die Gangfüllung besteht hauptsächlich aus Quarz, der die Hauptmenge des Goldes in feinster Verteilung als Pochgold enthält; die Gangstruktur ist teilweise eine lagenförmige, selten daneben drusig. Außer Kalkspat, Ankerit und Siderit beobachtet man ferner besonders häufig den Pyrit, weiterhin Kupferkies, Arsenkies, Bleiglanz und Antimonit. Das gediegene, als Mühlgold durch Amalgamation gewinnbare Gold hatte nach den Ausweisen Albertis (1834) einen Feingehalt von 724 Tausendteilen, in den Sulfiden hingegen war das Verhältnis von Gold zu Silber wie 1 : 4. Der Bergbau am Goldberg blickt auf eine sehr lange Geschichte zurück; in den letzten Jahrhunderten war er von 1660—1889 ununterbrochen im Betrieb, und da aus dieser Zeit wie auch aus der ersten

---

[1]) Der Tunnel wird das Gasteiner Tal bei Böckstein mit dem Mölltal bei Malnitz verbinden und fast ganz außerhalb des fraglichen Ganggebietes zu liegen kommen.

[2]) Siehe besonders auch bei Rochata und Canaval.

[3]) Siehe auch Reißacher, Über Contaktwirkung der Gesteine; Verh. d. I. Vers. inneröster. Berg- u. Hüttenl., 1864 (Leoben, 1865), 69—76.



Hälfte des XVI. Jahrhunderts fortlaufende Berichte vorliegen, so hat dieser alpine Goldbergbau ein großes historisches Interesse. Der höchstgelegene Stollen ist in 2700 m, der tiefste in 2300 m Höhe angesetzt. Pošepný hält es für wahrscheinlich, daß im XVI. Jahrhundert die tieferen Baue von Gletschereis bedeckt waren. Im Jahre 1896 hat man den Betrieb vorübergehend wieder aufgenommen.

Die Goldgruben am **Rathausberg** im südlichen Gasteiner Tal und über der Ortschaft Böckstein liegen in Seehöhen zwischen 1900 und 2414 m. Der in den tieferen Teilen aus einem granulitähnlichen, mehr massigen Gestein, darüber aus Gneis, zuoberst aus Glimmerschiefer bestehende Berg wird von zahlreichen, teils tauben, teils erzführenden Klüften durchzogen. Der Hauptgang ist auf eine streichende Länge von über 2 km verfolgt worden. Er wird durch die „Fäule“ abgeschnitten, d. i. wohl eine echte Verwerfung, „ein von Letten und sonstigen Reibungsprodukten begleiteter, stellenweise Quarz führender, mit zahlreichen Rutschflächen und Harnischen versehener Gang“ (Pošepný), welcher mit ungefähr nördlichem Streichen und westlichem Einfallen an den NO. gerichteten und ihm entgegengesetzt fallenden Hauptgang heransetzt. Jedenfalls handelt es sich in der Fäule um etwas anderes als in den „Neunern“, da die erstere die ungefähr horizontal gelagerten Gneisschichten quer durchschneidet. Die Fäule führt stellenweise etwas Gold und Molybdänit. Der Hauptgang besteht aus einer Hauptkluft und zahlreichen begleitenden Trümern und „Blättern“ mit Quarz als hauptsächlichster Füllmasse. Dazu kommen Braunspat, Kalkspat, seltener Flußspat, sichtbares und unsichtbares, vorzugsweise an Quarz gebundenes gediegen Gold„ güldisch Silber, Glaserz,[1]) d. i. hier ein mit Antimonglanz und Bleiglanz durchwachsener gold- und silberführender Quarz; ferner Eisenkies, Kupferkies, Arsenkies, Blende, Antimonglanz, Fahlerz und seltener Stephanit und Rotgiltigerz. Die Kiese treten teilweise derb verwachsen auf. Der Gold-Silbergehalt ist nach Pošepný

		Feingehalt des Goldes
im Glaserz	78—3775 g p. t	187—250 Tausendteile,
„ Quarzkies	156—1250 „ „ „	107—215 „
„ Derbkies	71— 312 „ „ „	100—195 „ .

Der Silbergehalt des Erzganges ist also hier gleichfalls ein mehrfach größerer als der Goldgehalt. Auch die Blüte des Gasteiner Goldbergbaues fällt vor den Beginn des XVII. Jahrhunderts. Die Goldproduktion betrug seitdem durchschnittlich immer nur wenige Kilogramm im Jahre, das Silberausbringen war entsprechend dem obigen höher. Unter den vier hauptsächlichsten Betrieben in den Tauern (Rathausberg, Goldberg, Schellgaden und Zell) ist dieses der einzige, welcher im allgemeinen mit Erträgen gesegnet war. In den letzten Jahren erzeugte man im Gasteiner Tale 10—20 kg Mühlgold, während die Schliche an die Freiberger Hütte verkauft wurden.

Von anderen in der Gegend von Gastein bekannten Golderzgängen sei noch derjenige am Kniebiß, nordöstlich vom Rathausberg, genannt. Er führte Quarz, Kalkspat, Flußspat, Bleiglanz und die gewöhnlichen Kiese samt Antimonit. Auch hier wird Molybdänglanz als Einsprengung im Quarz und im Gneis er-

---

[1]) Über den im übrigen sehr unsicheren Begriff des „Glaserzes“ äußert sich Canaval (Das Glaserz der kärntischen Edelmetallbergbaue des XVI. Jahrhunderts, Carinthia II, No. 1, 1897) dahin, „daß die Alten unter ‚Glaserz‘ im allgemeinen kein bestimmtes Mineral, sondern gewisse bleifreie oder bleiarme Mineralmengen begriffen haben, deren erheblicher Silber- bezw. Silber- und Goldgehalt zu seiner Gewinnung eine Verschmelzung mit bleireichen Zuschlägen nötig machte“.



wähnt und ferner findet sich Lazulith ($[Al.OH]_2(Mg, Fe, Ca)[PO_4]_2$).[1] Auch ein Zeolith, Desmin oder Stilbit, wird genannt.

Der Goldbergbau in den Tauern ist jedenfalls einer der ältesten Europas. Schon Polybius (150 v. Chr., zit. von Strabo, cap. 208) erwähnt die reichen Goldgruben der Taurisker.

Über die alten Goldbergbaue am Neuberg bei Steinfeld und Lind im oberen Drautale (Kärnten) hat Canaval berichtet.[2] Die Goldlagerstätten am Fundkofel bei Oberdrauburg sind unter den Goldarsenkiesgängen behandelt worden.

In den Westalpen sind am Südabhange des **Monte Rosa**[3] viele Golderzgänge bekannt. Die vorliegenden Berichte lassen erkennen, daß sie wenigstens teilweise ziemlich silberreich sind. Sie setzen bald als echte Quergänge, bald scheinbar als Lagergänge in den kristallinen Schiefern auf, welch letztere verschiedentlich von basischen Eruptivgesteinen durchbrochen werden. Die Gänge kommen gruppen- und bündelweise vor, haben meistens ein ungefähr nordsüdliches Streichen und zwischen 50 und 70° nach Osten gerichtetes Einfallen. Ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 0,1 und 2 m; ihre Füllung besteht aus Quarz als hauptsächlicher Gangart, daneben aus Karbonaten nebst goldführendem Pyrit, stellenweise viel Arsenkies, auch Bleiglanz, Blende und Kupferkies; im verwitterten Ausstrich findet sich Freigold, nach der Teufe zu tritt durchgehends die Verunedelung der Lagerstätten infolge des Einbrechens der frischen Sulfide ein.

Im Val Anzasca arbeiten die Gruben von Pestarena; der Bergbau ist sicherlich sehr alt und um das Ende des XVIII. und im Beginn des XIX. Jahrhunderts schon sehr lebhaft betrieben worden. Im Jahre 1824 erzeugten 284 Amalgamiermühlen 85 kg Rohgold mit einem Gehalt von ungefähr 70 % Gold und 25—30 % Silber. Seit 1854 besteht eine englische Grubengesellschaft, welche angeblich im Jahre 1872 450, 1881 217 und 1890 170 kg Gold förderte. Der Goldgehalt schwankt um 20 g pro Tonne. Andere Vorkommnisse sind im Val Sesia und im Val delle Pisse gelegen und lassen sich bis ins Tal von Gressoney verfolgen. Die Gruben befinden sich in Höhen bis zu 3000 m. Die Gänge von Le Pisse sollen nach Chabrand in der Teufe auch Tellurgold führen und einen ziemlichen Silbergehalt besitzen. Die Kreas-Grube ist eine der wichtigsten in jenem Gebiete. Auch im Val Toppa, im Val d'Ossola und Val Antrona, nordöstlich vom Monte Rosa, werden seit neuerer Zeit wieder Golderzgänge abgebaut.

Am südwestlichen Abhange des Monte Rosa-Massivs zwischen Aosta und Domo d'Ossola in Piemont liegen die goldführenden Gänge von Brusson.[4] Soweit dieselben in Amphiboliten aufsetzen, sind sie verhältnismäßig goldarm (5—10 g pro Tonne) und führen neben Quarz Kupferkies, silberhaltigen Blei-

[1]) v. Flurl, Über einen am Rathausberge im Salzburgischen neu entdeckten Blauspat und einige daselbst noch vorkommende, wenig bekannte Fossilien; v. Molls Jahrb., IV, 1821, 193—203.

[2]) Zur Kenntnis der Goldvorkommen von Lengholz und Siflitz in Kärnten; Carinthia II, No. 5 u. 6, 1900.

[3]) Bordeaux, Explorations minières dans les Alpes; Revue univ., XLIII, 1898, 36—39. — Chabrand, Les gisements aurifères des Alpes Piémontaises; Bibliothèque scientifique du Dauphiné, Grenoble 1903. — Der Goldbergbau am Monte Rosa; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIV, 1896, 146—147; LI, 1903, 265. — Ztschr. f. prakt. Geol. 1895, 351.

[4]) C. Schmidt, Geologisches Gutachten über die goldführenden Gänge bei Brusson (Val de l'Evançon) in Piemont, Bern 1900.



glanz, Fahlerz und goldführenden Pyrit. Freigold scheint im Ausstrich vorgekommen zu sein. Von den 0,25—1,5 m mächtigen Gängen, welche an den Gneis gebunden sind, scheinen nur die Freigold führenden Ausstriche bekannt zu sein. Schmidt vermutet, daß sie in der Teufe zu goldführenden Pyritquarzgängen mit etwas Freigold werden.

Das Goldvorkommen von Gondo an der Südseite des Simplon hat C. Schmidt[1]) geschildert. Die Gänge führen neben Quarz auch Kalkspat und als Erze goldreichen Pyrit, Kupferkies und untergeordnet Bleiglanz und Zinkblende. Der Goldgehalt soll bis zu 80 g pro Tonne betragen, Freigold ist noch nicht gefunden worden. Vom Jahre 1894—1896 hat dort einiger Bergbau bestanden.

In der Dauphiné ist die Umgebung von Bourg d'Oisans und Allemont wegen ihrer Mineralführung bekannt. Ebenda liegt auch eine Reihe von Goldquarzgängen, deren hauptsächlichster zu **La Gardette**[2]) frühestens schon im XIV. Jahrhundert abgebaut worden ist und auch neuerdings wieder Gegenstand bergmännischen Betriebs wurde. Der Gang durchsetzt den Gneis und zerschlägt sich in der darüberliegenden Trias. Außer bandstreifigem Quarz findet sich goldführender Pyrit, Kupferkies und Bleiglanz, und besonders letzterer soll als ein günstiges Anzeichen für guten Goldgehalt betrachtet werden. Es ist fraglich, ob das Vorkommen zu den Goldquarzgängen oder zu den silberreicheren alpinen Goldgängen gehört.

Die Gänge von **Schemnitz**[3]) (Windschacht und Moderstollen) setzen nur in Propyliten auf, und die letzteren sind nur grünsteinartige Andesite von wechselnder Zusammensetzung, d. h. zumeist pyroxen-, z. T. auch hornblende- und auch quarzführend. In den da und dort verbreiteten Propylitagglomeraten

---

[1]) Die Erzbergwerke im Wallis. Nach einem Vortrage in der naturf. Ges. zu Basel; Ztschr. f. pr. Geol., 1903, 205—208.

[2]) Rickard, La Gardette, the history of a french gold mine; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 79—88. — Graff, Phänomene an den Goldgängen von La Gardette; Ann. d. sciences phys. et nat. publ. par la Soc. d'Agric. de Lyon, III, 153 ff.; Ref. N. Jahrb., 1841, 483—487.

[3]) Beudant, Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année 1818, Paris 1822. Im Auszuge übersetzt von Kleinschrod 1825. — Faller, Der Grünergang in der unverritzten Teufe; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., VIII, 1860, 194—195. — v. Cotta, Gangstudien, IV, 1862, 28—41. — v. Fellenberg, ebenda 136—144. — Faller, Neues Zinnobervorkommen in Schemnitz; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., X, 1862, 156—157. — Windakiewicz, Die Gangverhältnisse des Grünerganges in Schemnitz und seine Erzführung; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XIV, 1864, 504—508. — Lipold, Der Bergbau von Schemnitz in Ungarn; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XVII, 1867, 317—458, Lit. — Gedenkbuch zur hundertjährigen Gründung der königl. ung. Berg- und Forstakademie in Schemnitz, 1871. Darin der geologisch-mineralogische Abschnitt von Faller, 317—347. — Zeiller et Henry, Les roches éruptives et les filons métallifères du district de Schemnitz; Ann. d. Mines (7), III, 1873, 207—401. — Judd, On the ancient volcano of the district de Schemnitz; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXII, 1876, 292—325. — vom Rath, Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 1877, 291—324. — Remenyik, Les mines de métaux de Hongrie; Description des mines et hauts-fourneaux hongrois représentés à l'exposition universelle de 1900 à Paris, Budapest 1900. — Böckh, Vorläufiger Bericht über das Altersverhältnis der in der Umgebung von Selmeczbánya vorkommenden Eruptivgesteine; Földtani Közlöny, XXXI, 1902, 365—408.

fehlen die Gänge. In der nächsten Umgebung von Schemnitz ist nur der spärlich vorhandene Basalt nicht propylitartig ausgebildet. In dem nordwestlich von Schemnitz gelegenen Ganggebiete von Hodritsch (ung. Hodrus), welches zwar Silbererze führt, indessen schon hier behandelt werden soll, spielen gewöhnlich

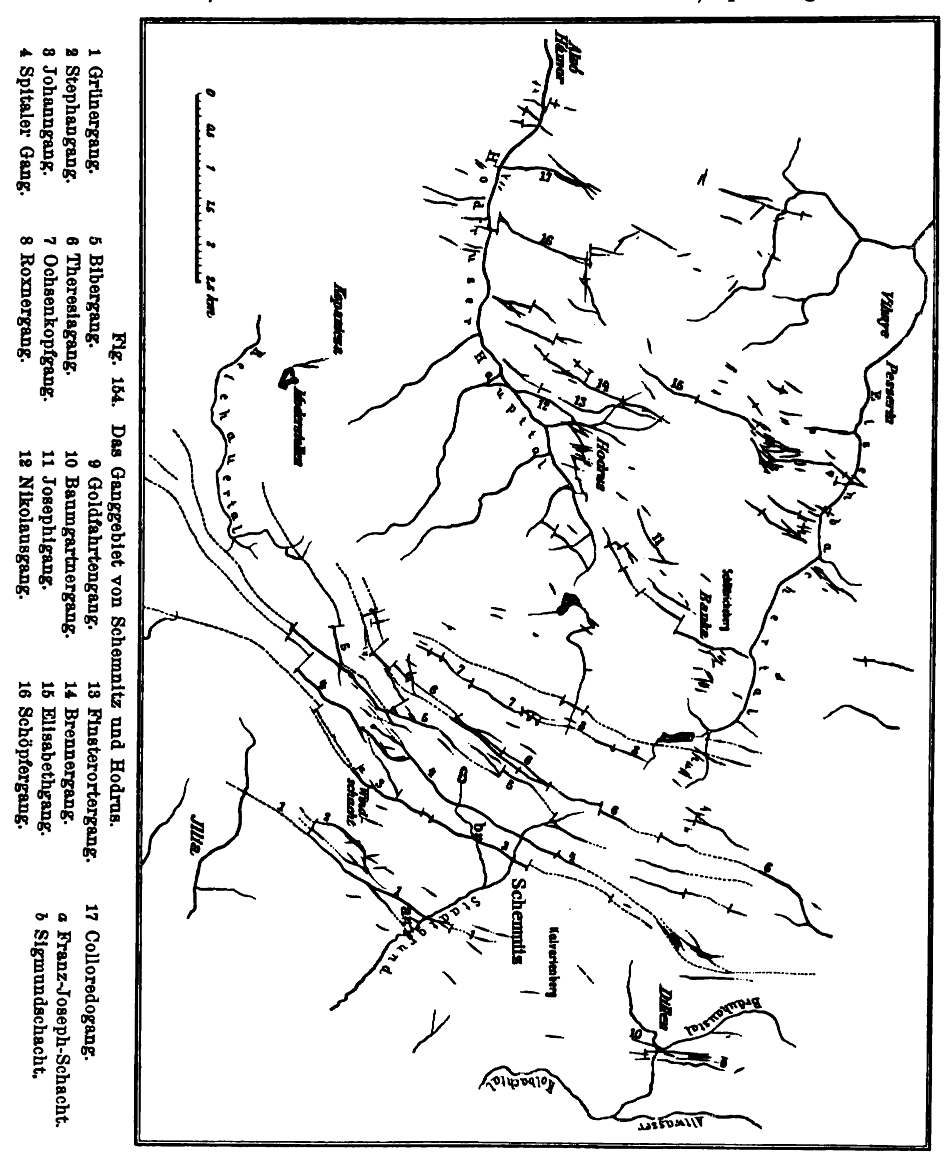


Fig. 154. Das Ganggebiet von Schemnitz und Hodrus.

1 Grünergang. 2 Stephangang. 3 Johanngang. 4 Spitaler Gang. 5 Bibergang. 6 Theresiagang. 7 Ochsenkopfgang. 8 Roxnergang. 9 Goldfahrtengang. 10 Baumgartnergang. 11 Josephigang. 12 Nikolausgang. 13 Finsterortergang. 14 Brennergang. 15 Elisabethgang. 16 Schöpfergang. 17 Colloredogang. a Franz-Joseph-Schacht. b Sigmundschacht.

als Syenit bezeichnete, wegen ihres Plagioklasgehaltes aber dem Augitdiorit oder, wenn sie quarzhaltig sind, dem Granodiorit zuzurechnende Gesteine eine wichtige Rolle. Sie werden begleitet von meistenteils gangförmig auftretenden Apliten. Der „Syenit“ von Hodritsch wurde schon von Judd für tertiär er-

klärt, eine Annahme, die neuerdings wieder von Boeckh festgehalten wird. Nach Lipold, der die ausführlichste Schilderung des Schemnitzer Ganggebiets gegeben hat, bildet der Propylit eine 400—600 m mächtige Decke über triasischen Gesteinen, insbesondere über Werfener Schiefern, welche in früherer Zeit auch in den Grubenbauen angefahren worden sind; auch tertiäre, pflanzenführende Tonmergel und sandige Schichten hat der Bergbau in der Tiefe durchörtert. Dem Propylit wird ein früh miocänes Alter zugeschrieben. Die von Boeckh aufgestellte Altersfolge der im oberungarischen Erzgebirge auftretenden Effusivgesteine entspricht ungefähr der von v. Richthofen auch für andere Eruptivgebiete gefundenen Reihe: Augitandesit (Propylit), Biotithornblendeandesit, Rhyolith, Basalt, wozu zwischen den beiden ersten Gliedern hier der Diorit, der Granodiorit und der Aplit kämen. Das Schemnitz-Kremnitzer Eruptivgebiet bildet eine etwa 40 km lange, von Kremnitz bis Pukanz ungefähr NO.—SW. sich erstreckende Zone von unruhig hügeligem Charakter, rings umrahmt von höher aufsteigenden Andesitbergen. Dem Andesit, gemeinhin zum Unterschied vom „Grünstein“ als „Trachyt“ bezeichnet, kommt im ganzen dasselbe Alter zu wie letzterem; er ist indessen älter als die obermiocänen Rhyolithe, die in großer Menge auch als Tuffe in jenem Gebiete verbreitet sind. Pliocänen Alters sind die vereinzelten Basaltdurchbrüche.

Die beistehende Kartenskizze (Fig. 154) gibt einen Überblick über die Zahl, Lage und Erstreckung der Gänge; sie zeigt, daß nach der Auffassung Lipolds die Erzgänge bei Dillen als die Fortsetzung derjenigen von Schemnitz betrachtet werden können, denen mithin eine teilweise mehrere Kilometer lange Erstreckung zukommt. Ihre Streichrichtung ist im ganzen dieselbe wie diejenige der etwa 30 km nördlich davon gelegenen Kremnitzer Gänge und entspricht der Richtung der kleinen Karpathen und des Unterlaufes der niederungarischen Flüsse Waag, Gran usw. Die Schemnitzer Gänge sind ausgezeichnete Vertreter des Typus der zusammengesetzten Gänge; sie bestehen alle aus einem ganzen System erzführender Spalten, Klüfte und Zerrüttungen, welche den Propylit durchziehen. Durch die emporsteigenden Lösungen sind das Nebengestein und die Bruchstücke desselben teilweise sehr intensiv verkieselt, mit Pyrit imprägniert und gebleicht, endlich, nach Boeckh, nach dem Absatz des Quarzes und des Erzes stellenweise noch weitgehend kaolinisiert worden, so daß man sagt, die Gänge seien von tonig veränderten Nebengesteinsbruchstücken und von Ton erfüllt, zwischen denen das Erz mitunter in Massen eingebettet liegt. Die mit Erz durchlagerten großen Kaolinmassen haben mitunter Veranlassung zu sehr mächtigen Weitungsbauen gegeben. Auch das gänzlich zersetzte, kaolinische Nebengestein ist von frischem Pyrit imprägniert, der übrigens arm an Gold ist. v. Fellenberg nennt folgende Mineralien von den Schemnitzer Gängen: Quarz (Bergkristall, Amethyst, Eisenkiesel, Chalcedon), besonders als Amethyst in sehr schönen Kristallisationen, Braunspat, Bitterspat, Kalkspat, Schwerspat, Eisenspat, Manganspat, Manganocalcit, Aragonit, Bleiglanz (in den größeren Teufen bei Schemnitz vorwaltendes Erz), Blende (meistens gelbbraun), Pyrit, Kupferkies; in den Zonen der edlen Silbererze: Silberglanz, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Melanglanz (= Röschgewächs), Polybasit, Silber;

Gold kommt in feiner Einsprengung besonders in den dunkelroten, in der Hauptsache aus Quarz und Eisenrahm bestehenden, häufig rot abfärbenden, auch mit Pyrit, Bleiglanz und Blende durchwachsenen Gemengen vor, welche als Zinopel bekannt sind, oder in den grünen, als „Milz" bezeichneten Zersetzungsprodukten des Grünsteins. Selten finden sich: Antimonit, silberreiches Fahlerz, Markasit, Magnetkies, Kupferglanz, Zinnober, Adular; sekundäre Gebilde sind: Gips, Epsomit, Zink-, Kupfer- und Eisenvitriol, Gänsekötigerz, Pyromorphit, Weißbleierz, Kupferlasur. Von Zeolithen sei Laumontit erwähnt.

Wie sich aus dem Nachstehenden ergibt, bieten einzelne Schemnitzer Erzgänge und vielleicht das gesamte Ganggebiet ein ausgezeichnetes Beispiel für einen primären Wechsel der Mineralführung auf Erzgängen im Streichen und mit zunehmender Teufe; wie auch in manchen anderen Silbererzdistrikten hat man hier teilweise einen Übergang der edlen Silbererze in eine bleiische Gangfüllung beobachtet, welche dann auch Gold enthält.

Der Grünergang ist in der Hauptsache ein Silbererzgang vom Charakter der edlen Quarzformation. Vorherrschend ist Stephanit, dem Silberglanz und Polybasit beigemengt sind; seltener kommen die letzteren beiden für sich kristallisiert vor. Gediegen Silber ist sehr selten. Die Erze sind bald derb, bald bilden sie Butzen, Nester, Schnüren und Anflüge im kaolinisch zersetzten Propylit, bald einige Durchwachsungen mit Quarz. Pyrit ist stets vorhanden. Der Quarz ist zwar die hauptsächlichste Gangart, doch soll der z. T. rötlich gefärbte und dann manganhaltige Kalkspat der Silberführung günstiger sein als er. Der Adel des Grünerganges war in den 1860er Jahren hauptsächlich in fünf Erzsäulen konzentriert, welche durch mehrere Grubenhorizonte hindurch anhielten, im Streichen jedoch nur je ungefähr 40 m breit waren. Ihre größte Erstreckung verlief unter einem Winkel von etwa 45° zum Gangeinfallen gegen Nordost; insgesamt waren sie selbst nur besonders reiche Teile einer im ganzen sehr viel flacher einfallenden edlen Gangzone, die sich von Südwesten, wo sie dem Ausstriche am nächsten war, gegen Nordosten in der Gangebene senkte. Über das Wesen dieser Erzsäulen in dem zusammengesetzten Gange äußert sich Lipold: „Es bezeichnet eine sogenannte Erzsäule bloß eine bestimmte Region besonders reicher Erze, in welcher in der Regel in der Gangmächtigkeit mehrere edle Blätter (Trümer) mit verschiedenem Streichen und Verflächen auftreten, einander zuscharen, sich verschieben, abschneiden u. dergl., wobei sich der Hauptadel bald ins Hangende, bald ins Liegende wirft. . . . Jedoch ist in der Nähe solcher Erzsäulen das ganze Gangmittel mehr oder weniger von Silbererzen durchzogen oder imprägniert." Nur in ganz beschränkter Verbreitung und ganz untergeordnet sind auf dem Grünergang auch Blende, Bleiglanz und Zinopel vorgekommen.

Ähnliche Verhältnisse wie der Grünergang zeigen in mineralogischer Hinsicht der Stephan- und Johanngang. Der letztere wird in der Teufe zu einem blendeführenden Bleiglanzgang. Der Stephangang ergab am Ende des XVIII. und zu Beginn des XIX. Jahrhunderts einen großen Silberreichtum.

Der Spitalergang ist der wichtigste aller Schemnitzer Erzgänge. Er ist etwa 8 km weit im Streichen zu verfolgen und in der Gegend wiederholt durch oberflächliche Abbaue freigelegt worden. In den oberen Teufen fällt er erheblich flacher ein als in den tieferen; das Einfallen ist ein südöstliches. Die Mächtigkeit dieses zusammengesetzten Ganges beträgt stellenweise mehr als 40 m, was so zu verstehen ist, daß gewöhnlich mehrere 1—2 m mächtige Gänge durch viele Meter mächtige Nebengesteinsmassen voneinander getrennt sind, welch letztere wiederum von zahlreichen erzführenden Klüften und Kluftsystemen

durchtrümert werden. Wie auch andere Schemnitzer Gänge, so ist besonders der Spitalergang in bezug auf seine Erzführung nicht einheitlich; in seinem nordnordöstlichen Teile ist er in der Hauptsache ein Golderzgang mit vorwaltendem Bleiglanz, daneben Blende und Kupferkies, in seinem südsüdwestlichen führt er fast ausschließlich Silbererze. Die beiden Formationen sind zwar durch Übergänge miteinander verbunden und nur in ihren Extremen scharf geschieden, gleichwohl aber läßt sich zwischen beiden Zonen eine Grenze ziehen, die, südlich vom Elisabethschachte (westlich vom Sigmundschacht) beginnend, südwärts in die Teufe einfällt. Es ist der Gang demnach nördlich vom Elisabethschachte bis zum Ausstrich bleiisch, von dort an bis in immer größere Teufe ein Silbererzgang. Über die besondere Art und Weise der Erzführung des Ganges hat Lipold nach Kaczwinsky sehr ausführlich berichtet.

Auch das bis zu 40 m mächtige System des Biberganges besitzt in seinem nordöstlichen Teile eine Füllung von Zinopel, Bleiglanz, Blende, Kupfer- und Schwefelkies, während der südwestliche Silbererze führt. Einen analogen Erzcharakter zeigt auch der Theresiagang, der vor allen andern schon in früher Zeit durch Tagebau erschlossen worden ist.

Die gegenwärtig auf den königlichen Schemnitzer Gruben („Ober-Biberstollen k. ung. Bergbau") gewonnenen Erze sind großenteils bleiisch. Das Verhältnis zwischen den Metallen ergibt sich aus folgenden Produktionsziffern der Staatswerke zu Schemnitz für 1900; aus 47305 t Pochgängen, 2905 t Mittelerz und 1896 t Scheideerz wurden erzielt: 187,5 kg Gold, 4306,5 kg Silber, 630 t Blei und 2,6 t Kupfer. Die Verarbeitung der Zinkblende lohnte sich nicht. Die Menge des ausbringbaren Goldes verhält sich demnach zu der des Silbers wie 1 : 23, die des Silbers zum Blei wie etwa 1 : 147.[1])

Über die Urgeschichte des Schemnitzer Bergbaues bestehen nur Vermutungen, welche seinen Beginn bis in den Anfang unserer Zeitrechnung zurückverlegen. Die Stadt soll eine slawische Gründung sein und ursprünglich Vania geheißen haben, woraus sich der heutige slawische Name Vana und das ungarische Wort bánya ableiten, die beide soviel wie „Bergwerk" bedeuten. Andauernde Einwanderungen deutscher Bergleute machten Schemnitz zur deutschen Bergstadt inmitten einer slowakischen Bevölkerung. Lipold konnte nachweisen, daß schon vor 1600 über 400 Bergbaue in der Schemnitzer Gegend bestanden haben. Durch zahlreiche Schächte, von denen der Amalienschacht mit 540 m der tiefste, im übrigen der Franzschacht, der Sigmund- und der Elisabethschacht besonders wichtig sind, sowie durch gewaltige Stollenlängen ist das Schemnitzer Ganggebiet aufgeschlossen. Der tiefste Entwässerungsstollen, der im Jahre 1782 begonnene, 1878 vollendete Josephi II. Erbstollen, hat eine Länge von 16538 m. Die k. ung. Schmelzhütte von Schemnitz, welche auch andere ungarische Gold- und Silbererze verarbeitet, erzeugte im Jahre 1898 u. a. 594 kg Gold und 14282 kg Silber. Schemnitz ist der Sitz der 1770 von Maria Theresia gegründeten, jetzt magyarischen Bergakademie.

Die Gänge von **Hodritsch** setzen im Diorit auf. Sie unterscheiden sich z. T. von den Schemnitzer Gängen schon insofern, als sie mehrfach deutliche Salbänder zeigen. Bei einer häufig mehrere Meter betragenden Mächtigkeit enthalten sie viel Bruchstücke des Nebengesteins und besitzen überhaupt eine brecciöse Struktur. Quarz (z. T. als Amethyst) mit edlen Silbererzen (Rotgiltigerz, Stephanit, Polybasit, Argentit, wenig gediegen Silber) und Schwefelkies, samt gelegentlichem Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies bildet die Erzmassen, zu

[1]) Es ist zu beachten, daß die Zahlen sich auf die aufbereiteten, unter Verlusten verarbeiteten Erze beziehen, die verschieden gearteten Gängen und Gangabschnitten entstammen.



denen als jüngere Bildungen noch Kalkspat und Braunspat treten. Bemerkenswerte Gänge des Hodritscher Distriktes sind der Allerheiligenstollener Gang (auf dem Kärtchen der vielfach gestörte SW.—NO. streichende Gang unmittelbar O. vom Nikolausgang) und der Schöpferstollener Gang. Die im Jahre 1898 abgebauten Erze enthielten etwa 1—4 % Silber und auf 100 kg Silber ungefähr 1 kg Gold. In demselben Jahre wurden 55 kg Gold und 6600 kg Silber gewonnen. Von Bedeutung ist die v. Berkssche Silberwarenfabrik zu Hodritsch.

Die Bergstadt **Kremnitz**[1]) (Körmöczbánya) liegt im nördlichen Teile des weiten Eruptivgebietes, dem auch Schemnitz angehört, nahe der Wasserscheide zwischen den Flüssen Waag und Gran und noch im Gebiete der letzteren, an der Haupteisenbahnlinie zwischen Budapest und Breslau. Sie ist der Hauptort einer deutschen Sprachinsel. Das dortige Propylitgebiet hat etwa 8 km Länge und 2—4 km Breite und wird umgeben von grauem Andesit und gegen Süden und teilweise gegen Südwesten begrenzt von Rhyolith und dessen Tuffen. Die gerundeten Propylithöhen werden kaum 700 m, die umgebenden, rauher verwitternden Andesitberge über 1000 m hoch. Die auch innerhalb des Propylites zerstreut auftretenden Andesite führen hauptsächlich Pyroxen, daneben meistens auch Hornblende, Biotit und zuweilen Olivin. Gegen die Gran zu werden die Rhyolithe von Basalten durchbrochen. Als Nebengestein der Erzgänge kommt auch hier fast ausschließlich der vielfach und besonders in ihrer Nähe kaolinisierte und mit Pyrit imprägnierte Propylit in Betracht; nur an einer Stelle soll man den Übertritt von Gängen in den grauen, nicht propylitischen Andesit bemerkt haben.

Die sehr zahlreichen Gänge fallen im allgemeinen mit 50° gegen Osten ein und streichen ungefähr NS. bis NNO.—SSW. Es sind in der Hauptsache Komplexe von zahlreichen im Streichen und Fallen sich auskeilenden Klüften, die fast nie ein deutliches Salband besitzen, und quarzige Gangfüllungen, die vom Nebengestein nicht scharf geschieden sind. Sie können als mächtige Trümerzüge bezeichnet werden, welche gemäß den vorliegenden Profilen nach oben zu fächerartig auseinander treten. Man unterscheidet zwei solche Gangzüge: den Hauptgangzug, auf welchem der fiskalische Bergbau umgeht und der selbst aus fünf mächtigeren Gängen und einer großen Anzahl von Klüften zusammengesetzt ist, und den Sigmund-Georggangzug, bestehend aus zwei Gängen und zahlreichen zwischen beiden liegenden Klüften (Fig. 155). Der Hauptgangzug ist oberflächlich mehrere Kilometer weit in breiten und stellenweise talartigen Pingenzügen zu verfolgen. Die Mächtigkeit der einzelnen ihn bildenden Gänge, die selbst wieder zusammengesetzte sind, wechselt zwischen 20 und 100 m. Die Gangfüllung besteht aus Quarz, der um so mehr Gold enthält, je dichter und feinkörniger, je weniger fettglänzend er ist. Er imprägniert auch

[1]) Windakiewicz, Gold- und Silber-Bergbau zu Kremnitz in Ungarn; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XVI, 1866, 217—268. — Gesell, Die geologischen Verhältnisse des Kremnitzer Bergbaugebietes von montangeologischem Standpunkte. Mit petrographischen Zusätzen von Schafarzik, worin die vom Verfasser fortwährend als Trachyte bezeichneten Gesteine als Andesite beschrieben werden; Mitt. a. d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anst., XI, 1897—1898, 201—257.



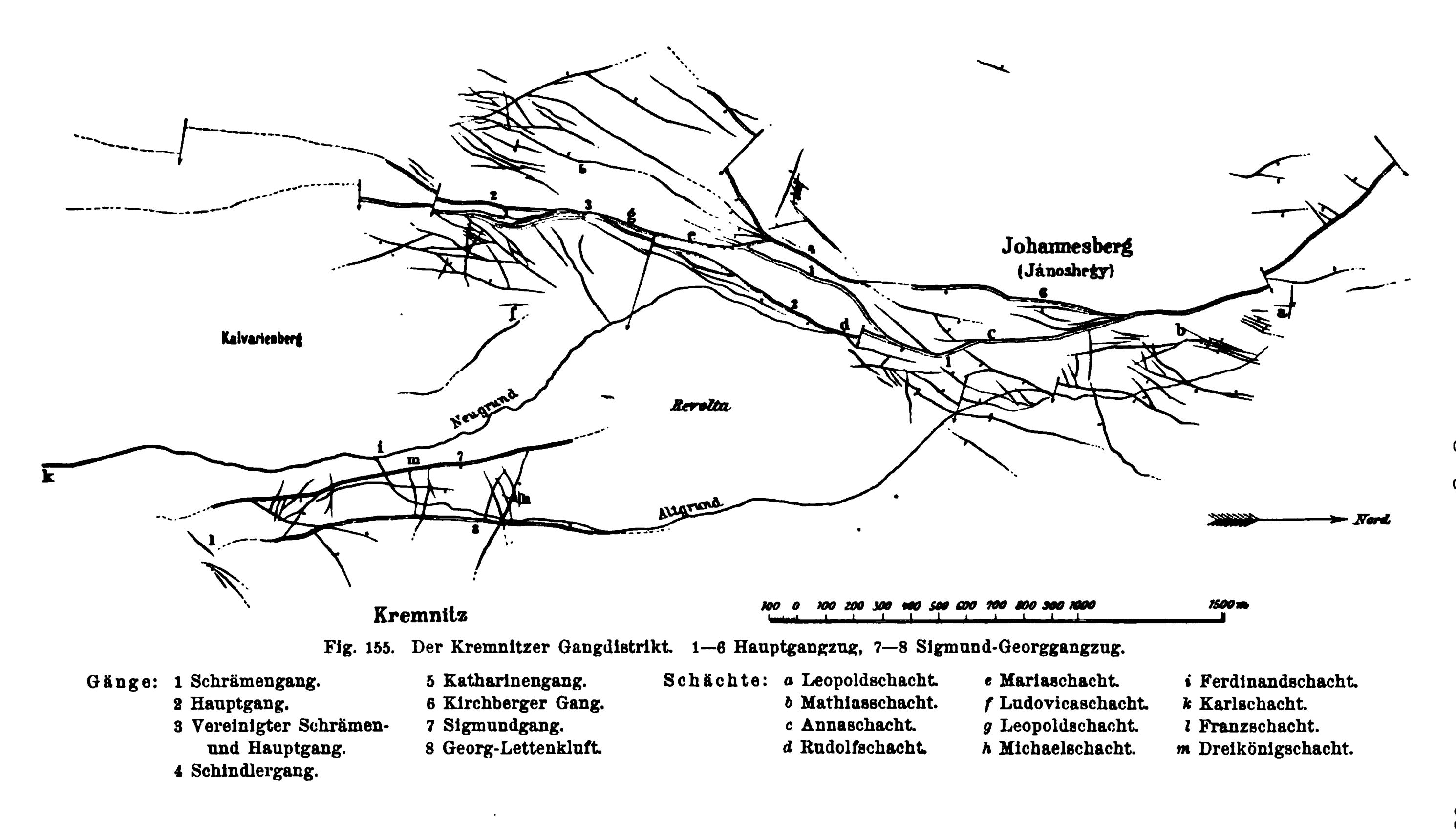


Fig. 155. Der Kremnitzer Gangdistrikt. 1—6 Hauptgangzug, 7—8 Sigmund-Georggangzug.

Gänge: 1 Schrämengang. 2 Hauptgang. 3 Vereinigter Schrämen- und Hauptgang. 4 Schindlergang. 5 Katharinengang. 6 Kirchberger Gang. 7 Sigmundgang. 8 Georg-Lettenkluft.

Schächte: *a* Leopoldschacht. *b* Mathiasschacht. *c* Annaschacht. *d* Rudolfschacht. *e* Mariaschacht. *f* Ludovicaschacht. *g* Leopoldschacht. *h* Michaelschacht. *i* Ferdinandschacht. *k* Karlschacht. *l* Franzschacht. *m* Dreikönigschacht.

das Nebengestein und enthält außer Freigold goldhaltigen Kies, sowie edle Silbererze, letztere gewöhnlich in so feiner Verteilung, daß er schwarz gefleckt erscheint („Schökelerz"). Der Hauptgangzug fällt etwa unter 50° ein. Der Georg-Sigmundgangzug setzt sich außer den beiden gegeneinander einfallenden, 4—6 m mächtigen Hauptgängen aus einer großen Zahl von Klüften zusammen, die fast nur Golderze mit Quarz enthalten und ihr Nebengestein imprägnieren. Er liefert besonders prächtige Goldstufen, und der Georggang ist zudem ausgezeichnet durch seinen Gehalt an goldführendem Antimonit. Der Georg-Sigmundgangzug ist silberärmer als der Hauptgangzug.

Auf den Kremnitzer Gängen brechen folgende primäre Mineralien ein:[1]) Quarz, Kalkspat (der Erzführung meist ungünstig), untergeordnet Chalcedon, Schwerspat, Braunspat, Manganspat, Dolomit, ferner Gold, Eisenkies, Markasit, Bleiglanz, Blende, Kupferkies (selten), Antimonit, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Silberglanz, Melanglanz, selten Fahlerz und Zinnober. Der Silbergehalt des Freigolds beträgt ein Drittel und mehr. Das Nebengestein der Gänge ist vielfach kaolinisiert, und tonige Massen beteiligen sich auch an ihrer Ausfüllung.

Nach den aus der Produktion verschiedener Jahre gezogenen Zusammenstellungen Windakiewicz' enthielten die Erze des Hauptgangzugs 1,4—7,4 g, die des Sigmund-Georggangzugs in den Hauptgängen 4 g göldisch Silber in der Tonne; insgesamt war das Gewichts-Verhältnis des Goldes zum Silber auf ersterer Ganggruppe 100 : 673 bis 100 : 325, auf der zweiten wie 100 : 108.

Sichere Nachrichten über das Alter des Kremnitzer Bergbaues reichen augenscheinlich bis in das XII. Jahrhundert zurück; damals sollen sächsische Bergleute, angeblich von Goslar her, zugewandert sein, nachdem wahrscheinlich das Kremnitzer Golderzvorkommen schon viel früher bekannt war. Bis jetzt hat der Abbau Tiefen von etwa 400 m erreicht, und nachdem der 1845 im Grantale angesetzte, etwa 14 km lange Kaiser Ferdinands-Erbstollen in den letzten Jahren durchschlägig geworden ist, glaubt man dem zuletzt nur noch wenig ergiebigen und vernachlässigten Bergbau eine bessere Zukunft versprechen zu können.

Eine größere Wichtigkeit haben jetzt noch die im nordöstlichen Teile Ungarns und im Gebiete der Lápos, eines rechten Nebenflusses der Szamos, gelegenen Gruben von Nagybánya, Felsöbánya und Kapnik, die übrigens nur die drei bekanntesten Hauptorte eines recht weit ausgedehnten Erzganggebietes darstellen.[2]) Sie gehören dem über 200 km weit sich erstreckenden

---

[1]) v. Fellenberg, Die Mineralien der ungarischen und einiger siebenbürgischen Erzlagerstätten; v. Cottas Gangstudien, IV, 1861, 133—136.

[2]) Rivot et Duchanoy, Voyage en Hongrie exécuté en 1851; Ann. d. Mines (5), III, 1853, 63—150, 213—368. — Über den Totoser Bergbau in der Marmaros; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., VII, 1859, 365—366. — v. Cotta, Über die Erzlagerstätten von Nagybánya, Felsöbánya und Kapnik in Ungarn, Roda und Olalaposbánya in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 81—84. — Ders., Über Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens; Gangstudien, IV, 1862, bes. 56—64, 212 bis 214, Lit. — Ders., Erzlagerstätten, II, 1861, 291—295. — Ders., Über die Erzlagerstätten von Turcz im nördlichen Ungarn; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 69—71.



jungeruptiven Berglande an, das im Vyhorlat-Gebirge nordwestlich Ungvár beginnend bis ins Quellgebiet der Theiß bei Marmaros Sziget hinstreicht und fast ausschließlich von tertiären Ablagerungen umgeben wird. Einen der östlichsten Eckpfeiler dieses an landschaftlichen Reizen sehr reichen Berglandes bildet die 1447 m hohe Kuppe des Guttin bei Kapnik.

An der oberflächlichen Zusammensetzung des Eruptivgebietes sind Tuffe und massige Gesteine in gleicher Weise beteiligt. Über das Wesen und die Altersbeziehungen der letzteren, welche im großen ganzen wieder als Grünsteine, Andesite und Rhyolithe bezeichnet werden, herrscht hier keine völlige Übereinstimmung und Klarheit. Soviel ist sicher, daß normale graue Andesite eine weite Verbreitung haben und daß der Propylit auch hier besonders an die tieferen Teile des Geländes gebunden ist und von den steileren Andesiterhebungen bedeckt und überragt wird. Propylit in verschiedenen Abarten, quarzfrei und quarzführend, bildet ganz oder fast ausschließlich das Nebengestein der Erzgänge.

Die eigentliche Erzführung des Gebirgszuges beginnt südöstlich von der Theiß, wo bei Turcz Quarzgänge mit silberhaltigem Bleiglanz, Blende, Kupferkies, Pyrit und Freigold bekannt sind. Ähnliche Goldgänge sind etwa 20 km westlich und nordwestlich von Nagybánya bei Vamfalu, Felsöfalu und Raksa, besonders aber bei Illoba z. T. seit uralter Zeit abgebaut worden. Eine große Anzahl von Mutungen besteht ferner auf den jetzt ganz vernachlässigten Gold- und Silberlagerstätten von Miszbánya, Láposbánya, Feketepatak, Kisbánya und Borpatak, alle in der Umgebung von Nagybánya. Die teilweise sehr zahlreichen Gänge scheinen alle Ähnlichkeit mit denjenigen von Nagybánya usw. zu besitzen. In letzter Zeit ist man in den dortigen Gebieten mehrfach der Zinkblende nachgegangen.

Auf den Gruben von **Nagybánya** werden die reichsten Erze des Gebietes gefördert. Es sind im wesentlichen Quarze mit fein verteiltem Freigold, goldführendem Pyrit und edlen Silbererzen, vor allem Pyrargyrit. Man baut auf zwei getrennten, voneinander etwa 4 km entfernten Ganggebieten, dem westlichen von Veresviz (= Rotwasser, wegen der rostigen Grubenwässer) und dem östlichen im Kreuzberg (Kereszthegy). Die NS. streichenden, unter verschiedenen Winkeln einfallenden Gänge von Veresviz gehören einem ausgedehnten, von Andesit umgebenen Propylitgebiete an; unter den etwa zehn hauptsächlichsten sind der Laurenzi-, der Martin, der Johann Evangelisten-, der Susanna-, Stephan- und Josef Calasantius-Gang die reichsten. Alle sind zusammengesetzte Gänge von 1—30 m Mächtigkeit und mehrere hundert bis zu 1600 m im Streichen verfolgt. Ihr Nebengestein ist verkieselt, die Erze und Gangarten zeigen An-

— Ders., Die Goldgänge von Iloba im nördlichen Ungarn; ebenda 85—86. — vom Rath, Sitzungs-Ber. Niederrh. Ges., XXXIII, 1876, 171—181. — Litschauer, Die Verteilung der Erze in den Lagerstätten der metallischen Mineralien; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 174—182. Darin eine Zusammenstellung der magyarisch geschriebenen Literatur. — Szellemy, Die Erzlagerstätten von Nagybánya in Ungarn; ebenda 1894, 265—271, 449—457; ebenda 1895, 17—30. — Ders., Die Erzlagerstätten des Vyhorlat-Guttin-Trachytgebirges; Vortrag auf dem mont. u. geol. Millenniumskongreß, Budapest 1896. — Fabian, Ein neuer Reicherzanbruch zu Veresviz im Nagybányaer k. ung. Bergdirektionsdistrikte in Ungarn; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLV, 1897, 590—592. — Reisenotizen von Bergeat.



deutungen lagenförmiger Anordnung: Quarz (Hornstein, Amethyst und Chalcedon), Kalkspat, Manganspat, gediegen Gold, meistens fein verteilt in einem innigen Gemenge von Quarz und Kalkspat, aber auch in sichtbaren Drähten, Blättchen und Kristallen; besonders der Susannagang zeigt viel freies Gold, während der Joseph Calasantius-Gang sehr reiche Pochquarze führt. Schwerspat wird von v. Fellenberg erwähnt. Der sehr verbreitete Eisenkies ist wegen seiner Goldführung wichtig. Blende und Kupferkies finden keine Verwertung, die erzielten Bleimengen sind ganz untergeordnet. Rotgiltigerz ist das Hauptsilbererz, daneben brechen gediegen Silber, Melanglanz und Silberglanz ein. Goldhaltig ist mitunter auch der nieren- oder tropfsteinförmige Markasit.

Das Verhältnis zwischen Gold und Silber ist auf Veresviz ungefähr 1 : 2. Die reichsten Golderze vom Martingang enthalten 8—9 kg göldisch Silber in der Tonne mit 50 % Goldgehalt, die mittelreichen 800—900 g mit etwa demselben Gold-Silberverhältnis. Im Jahre 1897 ergaben 16000 t Pocherze 99 kg Pochgold und insgesamt 127 kg Gold, 242 kg Silber und 812 kg Blei.

Die Golderzgänge des 501 m hohen, unmittelbar bei Nagybánya aufsteigenden Kreuzberges und des benachbarten Foggyásberges gehören einer elliptischen Propylitmasse von 1,8 km Länge und 0,8 km Breite an. Der von weniger mächtigen Gängen und Trümern begleitete, 1,5—8 m mächtige, NNO. nach SSW. streichende Hauptgang hat sein Nebengestein mit Kiesen imprägniert und verquarzt. Seine Ausfüllung ist ähnlich derjenigen der Veresvizer Gänge, aber ärmer an Karbonaten. Der Abbau am Kreuzberge hat eine Teufe von 581 m unter dem Gipfel erreicht; in 500 m Tiefe stellten sich reichlichere Blei- und Antimonerze (z. B. Bournonit) ein.

Auch am Kreuzberg ist die Verwertung des Bleiglanzes eine untergeordnete, Zinkblende und Kupferkies werden nicht beachtet. Das Verhältnis von Gold zu Silber ergibt sich aus dem Gehalte der im Jahre 1898 geförderten Erze mit 37 kg Gold und 160 kg Silber, wobei eine größere Menge des Goldes als Pochgold (Freigold im Quarz) zu betrachten ist. In dem aus den Schlichen gewonnenen göldisch Silber ist das Verhältnis zwischen dem gelben und weißen Metall ungefähr 1 : 3 bis 4 : 10. Von 1863—1892 produzierte die staatliche Grube am Kreuzberge im Jahresdurchschnitt 74,8 kg Gold und 639,7 kg Silber.

Der Bergbau von Nagybánya, einer der reichsten in Ungarn, ist mindestens 800 Jahre alt. Außer den beiden staatlichen Betrieben von Veresviz und am Kreuzberg arbeiten dort auch private Gewerkschaften. Die Erze werden auf der benachbarten Hütte von Alsó-Fernezely zu gute gemacht.

Der Erzberg (der Großgrubener Berg, Középhegy) von **Felsöbánya,** 9 km östlich von Nagybánya, ist von einer ungeheuren Menge von Gruben durchwühlt, unter denen der staatliche Betrieb die erste Stelle einnimmt. Fig. 106 auf S. 481 gibt einen Querschnitt durch das nach oben zu fächerförmig sich erweiternde, annähernd O.—W. streichende Gangsystem; der Hauptgang ist in den oberen Zonen bei einer Mächtigkeit von 2—16 m 1630 m weit aufgeschlossen worden, verliert aber nach der Tiefe zu beträchtlich an bauwürdiger Ausdehnung.

An Adel stehen die Gänge bedeutend hinter denjenigen von Nagybánya zurück, ihr Goldgehalt ist sehr viel geringer und ihrem Wesen nach handelt

es sich mehr um Silber-Bleigänge als um Golderzgänge. Vorwaltende Gangart ist der zumeist hornsteinähnliche, vielfach zellig zerfressene Quarz, auch als Amethyst und Bergkristall nebst Chalcedon, Haupterz ist silberhaltiger Bleiglanz, begleitet von viel Blende. Dazu kommen von Gangarten der teilweise schön kristallisierte Schwerspat und untergeordnete Karbonspäte. Von weiteren primären Erzen sind zu nennen: Pyrit, Markasit, Arsenkies, Kupferkies, der ausgezeichnet kristallisierte oder derbe Antimonit, Bournonit, Rotgiltigerz, Polybasit, Federerz (z. T. Antimonit), Freieslebenit, Miargyrit (Kenngottit); als Seltenheiten gediegen Arsen, Silber und Freigold. Sekundär sind Valentinit, Stiblith, Antimonocker, Rotspießglanzerz, Realgar, Auripigment, Felsöbanyit ($2 Al_2O_3 . SO_3 . 10 H_2O$), Anglesit, Kupferglanz usw. Von besonderem Interesse war ein Fund von Adular und Wolframit auf dem Tagebau Levesbánya. Die Erze des Hauptganges enthalten 3%, die der Trümer 1,5—1,8% Blei. Übrigens führt der östliche Teil des Gangzuges hauptsächlich Bleiglanz, während im westlichen Verlaufe auch Silbererze auftreten.

Bezüglich des Edelmetallgehaltes bieten die durch die Aufbereitung erzeugten „Schliche", von denen auf dem Staatswerke bis 3200 t gewonnen werden können, Interesse:

1. Bleischlich mit 50—60% Blei enthält 1200 g göldisch Silber in der Tonne; darin ist das Verhältnis Au : Ag = 1 : 100 bis 3 : 100.
2. Armer Bleischlich mit 15—25% Blei enthält 250—400 g göldisch Silber in der Tonne, darin Au : Ag = 1,5 : 100 bis 4 : 100.
3. In der Tonne Kiesschlich sind 150—200 g göldisch Silber enthalten, darin Au : Ag = 9 : 100 bis 22 : 100.

Zum Vergleiche seien die entsprechenden Werte für die Schliche von Nagybánya angeführt; es ergaben im Jahre 1897:

a) Veresviz: aus 16000 t Pocherzen 5% oder 774 t Schliche mit 127 kg Gold, 242 kg Silber und eine geringe Menge Blei.

b) Kreuzberg: 1. Bleischlich mit 35—40% Blei und in der Tonne 800 bis 1000 g göldisch Silber, darin Au : Ag = 1 : 3 bis 4 : 10. 2. Kiesschlich mit 200—350 g göldisch Silber in der Tonne, darin Au : Ag = 2,5 : 10 bis 4 : 10.

Die Menge des Bleischlichs verhielt sich am Kreuzberg zu der des Kiesschlichs wie 6 : 800; beide bildeten etwa 10% der Pocherzförderung.

Die Förderung des königl. „Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleibergbaues" Felsöbánya im Jahre 1898 ergab 57 kg Gold, 1695 kg Silber und 745 t Blei. Von 1853—1893 betrug das durchschnittliche Jahresausbringen zu Felsöbánya 60,6 kg Gold und 1300,9 kg Silber.

Uralt wie zu Nagybánya und Felsöbánya ist der Silber-Blei-Zinkbergbau zu **Kapnik,** 26 km östlich von Felsöbánya, schon tiefer im waldigen Berglande gelegen. Auch hier ist der staatliche Grubenbetrieb der wichtigste. Auf den vierzehn, den Propylit in Abständen von 150—300 m durchschneidenden, teilweise mächtigen Gängen tritt der Goldgehalt noch weiter zurück als zu Felsöbánya. Die Gänge streichen zwischen NNO.—SSW. und NO.—SW., zeigen aber die Neigung, sich gegen NO. zu vereinigen. Dort werden sie beim Übergang in den grauen Andesit im allgemeinen unedel, ebenso in ihrem südwestlichen Verlaufe. Die von der Breite einer Kluft bis zu 6 m mächtigen Hauptgänge sind unter sich durch jüngere, meistens unbauwürdige Trümer verbunden; die Füllung zeigt eine lagenförmige Struktur und bietet wegen des Farbengegen-

satzes der einbrechenden Mineralien und der oft außerordentlichen Mächtigkeit des Erzes einen prachtvollen Anblick, wie denn auch Kapnik nicht nur wegen der Vielzahl, sondern besonders auch wegen der Schönheit der dort auftretenden Mineralien bekannt ist. Quarz und Manganspat samt derbem Rhodonit, Kalkspat, Eisenspat, besonders in den westlichen Gängen auch schön kristallisierter Schwerspat, Fahlerz, Kupferkies, viel lichte, eisenarme Blende und Pyrit sind die hauptsächlichsten Kapniker Gangmineralien. Dazu kommt besonders mit Schwerspat zusammen Antimonit, ferner Arsen, Antimon, Antimonsilber, Realgar, Auripigment, Markasit, Arsenkies, Zinnober, stellenweise häufig das Rädelerz (Bournonit), Jamesonit, Freieslebenit, gediegen Gold, Silber, nicht häufig Silberglanz, Stephanit, Rotgiltigerz; Flußspat ist ziemlich häufig und besonders auf dem Francisci-Gang verbreitet;[1]) seltenere Gangarten sind Manganblende, Dolomit und der gelegentlich auch kristallisiert auftretende gelbe Helvin ($(Mn, Fe, Be)_7 S[SiO_4]_3$). Auch Orthoklas wird genannt. Sonstige Vorkommnisse sind Kaolin, Diaspor, Anhydrit, Gips, Kapnicit (= Wavellit?), Haidingerit ($CaHAsO_4 . H_2O$), Pyromorphit, Rotspießglanzerz, Schwefel usw.; Zinopel ist auch hier teilweise der Träger des Goldgehaltes.

Durch den 135 m unter die Talsohle reichenden Kuenburgschacht ist das westliche (untere), durch den 166 m tiefen Wenzelschacht das östliche (obere) Revier erschlossen. Die wichtigsten Erzgänge sind jetzt der Josef-, Franz-, Erzbach-, Theresia-, Ungar-, Fürsten- und Elisabethgang. Die Kapniker Hütte hat im Jahre 1898 z. T. aus fremden Erzen erzeugt: 62 kg Gold, 1615 kg Silber, 11 t Kupfer, 221 t Blei. Außerdem findet die sehr reine Zinkblende zeitweise in den oberschlesischen Hütten Verwendung. Nach der von Szellemy mitgeteilten Übersicht wurden von 1858—1893 im Jahresdurchschnitt auf den staatlichen Gruben von Kapnik erzeugt: 15,6 kg Gold, 1588 kg Silber und 1708 t Blei, so daß sich als Verhältnis zwischen den drei Metallen etwa 1 : 100 : 100000 ergeben würde.

2 km oberhalb Kapnik wird von einer privaten Gesellschaft zu **Rota** Bergbau auf zwei Golderzgängen betrieben; diese haben ähnliches Streichen wie die Kapniker und führen hauptsächlich Quarz (Hornstein), goldhaltigen Pyrit, gold- und silberhaltigen Kupferkies, dunkle Blende, Bleiglanz und gediegen Gold. Gänge, auf denen zeitweise Bleiglanz, Blende und Kiese gewonnen werden und die gleichfalls Gold führen, sind bei Budfalu, nordöstlich von Kapnik in der Marmaros.

Das Goldgebiet im Nordosten des Königreichs Ungarn schließt mit dem bereits zu Siebenbürgen gehörenden Gangdistrikt von **Oláhláposbánya,** 20 km östlich von Kapnik, ab. Tonschiefer, Schiefertone, Sandsteine und dolomitische Kalksteine aus der Zone des untereocänen Karpathensandsteines werden von zahlreichen Massen von Propylit durchbrochen; neben den letzteren ist der Sandstein mit Schwefelkies imprägniert, das Sediment zerrüttet und von Gangspalten durchrissen, die aber nur in der Nähe des Eruptivgesteins erzführend sind. Längs der Gänge ist insbesondere deren Liegendes von Quarz (z. T. als Amethyst) durchtrümert. Die in dem Sandstein und Tonschiefer aufsetzenden Gänge führen Quarz (Hornstein, Amethyst) mit gediegen Gold, Schwerspat, Eisenspat, Blei-

[1]) v. Szabó, Über die namhafteren Fluorit-Vorkommen Ungarns; Földtani Közlöny, XV, 1885, 93 u. 199; Ref. Ztschr. f. Krist., XI, 1886, 267—268.



glanz, gold- und silberhaltigen, z. T. massenhaft auftretenden Kupferkies, gold- und silberhaltigen Pyrit und meistens schwarze Blende. Untergeordnet sind Kalkspat, Antimon, Antimonglanz, Markasit, sekundär u. a. Realgar und Rotspießglanzerz. Die Menge von Bleiglanz und Blende ist auf den verschiedenen Gängen eine wechselnde, auf den meisten ganz zurücktretend. Auch die Zerrüttungszonen zwischen dem Eruptiv- und Sedimentgestein sind erzführend. Als wichtigere Bergbaue nennt Szellemy die Waratyiker, Botizaer, Csiszmaer, Costa-Ursuluj- und Vorsehung Gottes-Gruben. Der 2—12 m mächtige Gang von Vorsehung Gottes ist der ergiebigste des Gebietes. Er ist besonders reich an Kupferkies, der z. T. in derben, über fußdicken Massen einbricht und einen sehr beträchtlichen Goldgehalt besitzt.

Die fiskalischen Hütten zu Horgospatak bei Oláhláposbánya haben im Jahre 1898 19 kg Gold, 282 kg Silber, 29 t Kupfer und 38 t Blei erzeugt. Zwischen 1867 und 1893 betrug die jährliche Förderung der Vorsehung Gottes-Grube durchschnittlich 34,3 kg Gold, 392 kg Silber und 455 t Kupfer.

Bei Totos, nördlich von Kapnik, führte ein quarziger Brecciengang im „Grünstein" Kupferkies, Schwefelkies, Bleiglanz und Blende, mit etwas Goldgehalt. Weit abgelegen von den übrigen Golderzgängen dieses ungarischen Berggebietes sind die gleichfalls an Eruptivdurchbrüche gebundenen Golderzgänge von Borsabánya an der Trojaka im obersten Flußgebiete der Theiß.

Das isoliert im nordöstlichsten Teile Siebenbürgens liegende Blei-Zinkblende-Vorkommen von O-Radna scheint genetisch mit den soeben besprochenen Goldsilberlagerstätten verwandt zu sein, ist aber sozusagen gold- und silberfrei und auch geologisch davon verschieden.

Die Goldsilbererzgänge Siebenbürgens.

Eine sehr große Anzahl von Silbergolderzgängen enthält das siebenbürgische Erzgebirge,[1] der wichtigste europäische Golddistrikt, dessen

[1] v. Hauer, Der Goldbergbau von Vöröspatak in Siebenbürgen; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., II, 1851, 4. Quart., 64—93. — Grimm, Einige Bemerkungen über die geognostischen und bergbaulichen Verhältnisse von Vöröspatak in Siebenbürgen; ebenda III, 1852, III. Quart., 54—66. — v. Cotta, Die Goldlagerstätten von Vöröspatak in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 173—176. — Ders., Über Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens; Gangstudien, IV, 1862, 65—85. — v. Fellenberg, ebenda 170—190. — Pošepný, Zur Geologie des siebenbürgischen Erzgebirges; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XVIII, 1868, 53—56. — Ders., Allgemeines Bild der Erzführung im siebenbürgischen Bergbau-Distrikte; ebenda 297—302. — Ders., Über das Vorkommen von gediegenem Gold in den Mineralschalen von Verespatak; ebenda XXV, 1875, 97—101. — Ders., Über montangeologische Verhältnisse des siebenbürgischen Golddistrikts; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLII, 1894, Ver.-Mitt., 19—20. — Dölter, Aus dem siebenbürgischen Erzgebirge; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXIV, 1874, 7—32, Lit. und geol. Karte. — vom Rath, Verespatak und Nagyág; Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., XXXIII, 1876, 54—74. — v. Hauer und Stache, Geologie Siebenbürgens, 1885. — Rainer, Bergmännische Streifzüge im siebenbürgischen Erzgebirge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XL, 1892, 8—11, 26. — Ders., Der Ausflug der Teilnehmer am montanistischen Kongresse zu Budapesth nach den Boicza-Bráder Goldbergbauen; Ztschr. Österr. Ingen.- u. Archit.-Ver., XLIX, 1897, 38—40, 52—55. — Weiß, Der Bergbau in den siebenbürgischen Landesteilen; Mitt. a. d. Jahrb. d. k. ung. geol. Landesanst., IX, 1891, 105—152. — Der Ruda-Bráder Goldbergbau in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIII, 1894, 280—282. — Das Goldvorkommen und der Goldbergbau von Nagy-Almás in Siebenbürgen; ebenda LIV, 1895, 31. —

geologische Verhältnisse schon früher skizziert worden sind; soweit diese Gänge Tellurgoldgänge sind, wie vor allem zu Nagyág, wurden sie bereits geschildert (S. 632—637). Hier sei noch einmal daran erinnert, daß zwischen den Tellurgoldgängen und den jetzt zu besprechenden Lagerstätten eine strenge mineralogische Trennung nicht durchführbar ist, wie sie denn auch alle genetisch und geologisch in engster gegenseitiger Beziehung stehen.

Nach Pošepný werden alle Golderzlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges in topographischer Hinsicht zweckmäßig in folgende Gruppen geteilt:

a) Die Offenbányaer Gruppe, am weitesten nordöstlich an der Aranyos gelegen. Die dortigen, teilweise tellurgoldführenden Lagerstätten sind schon früher besprochen worden.

b) Die Verespataker Gruppe. Sie umfaßt die Lagerstätten von Verespatak, Bucsum, Korabia-Vulkoj und am Berge Botes in der Gegend der Stadt Abrudbánya.

c) Die Judenburg-Stanisza-Gruppe. Diese Gruppe enthält die unbedeutenden Vorkommnisse am Fericzel bei Stanisza, von Tekerö, Faczebáj und Nagy Almás.

d) Die Golderzgänge im Csetrás-Gebirge. Dahin gehören die Lagerstätten von Nagyág, Hondol, Toplicza-Magura, Troicza-Tresztya, Boicza, Kis Almás-Porkura, Felsökajanel, Muszári, Ruda, Barza, Valeamori und einige andere.

Mit geringen Ausnahmen sind die siebenbürgischen Golderzgänge sämtlich an tertiäre Eruptivgesteine gebunden; nur da und dort, wie scheinbar zu Boicza, treten sie außerhalb der engeren Sphäre derselben auf, sind aber doch der übrigen Mehrzahl so ganz ähnlich, daß an einer genetischen Gleichartigkeit nicht gezweifelt werden kann. Fast immer nehmen Pyrit, helle oder dunkle Blende, Bleiglanz und Kupferkies, z. T. in schönen Kristallisationen, den Hauptanteil an der Gangfüllung; Silbererze sind bald vorhanden, bald treten sie völlig zurück, Antimonit ist mitunter reichlich und gern von Goldanreicherungen begleitet. Das an vielen Stellen, besonders aber zu Verespatak in Aggregaten von bemerkenswerter Schönheit auftretende Freigold ist meistens licht gefärbt und enthält ungefähr ein Drittel an Silber. Nach ihrem geologischen Auftreten sind die inmitten eines vielfach von Eruptivgesteinen durchbrochenen Gebiets auftretenden Gangspalten scheinbar eher das Ergebnis lokaler, mitunter vielleicht sogar entokinetischer Vorgänge, als regional-tektonischer Verhältnisse. Vielfach

---

Kremnitzki, Beobachtungen über das Auftreten des Goldes im Verespataker Erzreviere; Földtani Közlöny, XVIII, 1888, 517—520. — v. Foullon, Gediegen Tellur von Faczebaja; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1884, 269—275. — Die Abhandlung von Primics, A Csetráshegység geologiája és erczteléréi, Budapest 1896, konnte, weil sie nur ungarisch geschrieben ist, nicht benutzt werden. Sie enthält eine geologische Karte und zahlreiche Profile. — Venator, Das der Ersten Siebenbürger Goldbergbau-Aktiengesellschaft gehörige Gold- und Silberbergwerk „Rudolfi“ in Boicza, 1899. — Semper, Beiträge zur Kenntnis der Goldlagerstätten des siebenbürgischen Erzgebirges; Abh. k. preuß. geol. Landesanst., N. Folge, XXXIII, 1900, 127—171. — Wendeborn, Die Goldindustrie in der Umgebung von Brád (Siebenbürgen); Berg- u. Hüttenm. Ztg., LX, 1901, 515 bis 516. — Gesell, Die geologischen Verhältnisse des Verespataker Grubenbezirkes und des Orlaer Szt. Kereszt Erbstollens; Jahresber. k. ung. geol. Anst. f. 1898 (1901), 178—188.

sind sie gebunden an Breccien, mehrfach scharen sie sich zu vielen in Stockwerken oder sie bilden Scharungskreuze, sog. „Stöcke", in denen dann bis in einige vertikale Erstreckung außerordentlich reiche Goldanbrüche mehrere Jahre hindurch den Gruben zu hohem Reichtum verholfen haben.

Es gibt kein Golderzgebiet, welches trotz eines uralten, wohl Jahrtausende zurückreichenden Bergbaues für gut geleitete Unternehmungen noch so ergiebig ist oder sein könnte wie das siebenbürgische. Mißwirtschaft, Raubbau, die zersplitterten Eigentumsverhältnisse, kulturelle Zurückgebliebenheit und vielfach eine Vergeudung des Edelmetalles durch rückständige oder überhaupt primitive Aufbereitung haben von jeher den siebenbürgischen Goldbergbau schwer geschädigt.[1]) Über den sicherlich schon zur Zeit der römischen Okkupation in den ersten Jahrhunderten nach Christus blühenden Bergbau liegen bis zur Mitte des XVIII. Jahrhunderts, als die Golderzgänge von Nagyág entdeckt und alte Bergbaue neuerdings in Angriff genommen wurden, wenig Mitteilungen vor. Die eigentliche Wiederbelebung der siebenbürgischen Goldgewinnung datiert indessen erst seit etwa 1840 und besonders seit der Mitte der 80er Jahre, als kapitalkräftige Aktiengesellschaften Fuß zu fassen begannen.

Nach Pošepný hat die Goldproduktion des siebenbürgischen Erzgebirges während des XVIII. und XIX. Jahrhunderts im allgemeinen zugenommen. Sie betrug im Jahre:

1770	rund 300 kg.	1858	rund 700 kg.
1787	„ 700 „	1890	„ 1570 „
1810	„ 210 „	1895	„ 2274,4 „
1841	„ 1140 „		

Im übrigen Ungarn wurden 1895 nur 898 kg gewonnen.

Das von einer rumänischen Bevölkerung bewohnte Städtchen **Verespatak** (= Rotbach, so genannt nach der Färbung des seit langen Zeiten in den zahllosen Goldwäschereien benutzten Baches) liegt in einem rings von eruptiven Kuppen umrandeten Talkessel. Als Untergrund des Verespataker Tales kommt hauptsächlich ein auch sonst im siebenbürgischen Erzgebirge stellenweise verbreitetes Gestein tertiären Alters, das nach Pošepnýs Vorgang als „Lokalsediment" bezeichnet wird, in Betracht. Nach Semper ist dasselbe im ganzen ein Konglomerat, in dessen mitunter stark vorwaltendem tonigen Bindemittel nur Brocken von dichtem Rhyolith eingebettet sind. Die tiefere Unterlage des Gebietes bilden die Konglomerate, Sandsteine und Tonschiefer des kretazeischen oder alteocänen Karpatensandsteines, der nach Grimm an einzelnen Stellen auch über Tage ansteht. Beobachtungen führten Semper dazu, für die verschiedenen um Verespatak auftretenden Eruptivgesteine folgende Altersreihe als wahrscheinlich aufzustellen, welche sich allerdings von der sonst in Ungarn beobachteten in einigem unterscheiden würde:

Dichter Rhyolith wird überlagert von dem Lokalsediment (gleichalterig mit den miocänen Cerithiumschichten der aquitanischen Stufe). Dieses wird von Dacit durchbrochen,[2]) mit dem poröser, bimssteinartiger Rhyolith etwa gleichalterig ist. Jünger als die sauren Eruptivgesteine der Verespataker Gegend wären hier die Hornblendeandesite, und am jüngsten sind die Basalte, welche

[1]) Wegen der jetzt im siebenbürgischen Goldlande teilweise noch herrschenden Zustände sei auf den anschaulichen Vortrag Rainers (1897) verwiesen.

[2]) Nach Grimm wäre das Lokalsediment jünger als die sauren Eruptivgesteine.

z. B. an der Gola Detunata eine wegen ihrer prächtigen, säulenförmigen Absonderung berühmte Bergkuppe bilden.

Als Nebengestein der Erzgänge kommen außer dem Karpatensandstein und dem von vielen goldreichen Gängen durchzogenen Lokalsediment ganz besonders die sauren Eruptivgesteine in Betracht. Sie bilden die berühmten, an der südlichen Talseite gelegenen Goldberge des Großen Kirnik und des Boj; der Gipfel des letzteren, der, von zahllosen uralten Goldbauen durchwühlt und von verstürzten Stollen durchgraben und fensterartig durchlöchert, den Anblick gewaltiger Ruinen bietet und deshalb den Namen Csetatye, d. i. Festung, führt, könnte schon in landschaftlicher Beziehung Verespatak zum merkwürdigsten der ungarischen Grubenorte machen. Die Hornblendeandesite umgeben das Bergrevier im Osten, Südosten und Norden und haben zu den Lagerstätten keine Beziehungen. Ein eigenartiges Gestein ist der „Glamm", eine Breccie mit tonigem Bindemittel und mit Bruchstücken nicht nur des älteren Rhyoliths und des Dacits, sondern auch von Glimmerschiefer und Phyllit, welch' letztere offenbar nur aus der Tiefe emporgebracht worden sein können. Es liegt daher nahe, seine Entstehung mit Eruptionen, und zwar, da Bruchstücke des jüngeren Rhyoliths nach Semper in ihm fehlen, mit derjenigen des Dacits in Beziehung zu bringen. Er ist wiederholt am Kontakte zwischen dem Lokalsediment und den Eruptivmassen des Boj und des Kirnik angefahren worden und scheint überhaupt die diese Berge bildenden Dacite und Rhyolithe als ein im Norden etwa 15 m breiter, im Süden breiterer Gürtel zu umgeben. Er ist zwar imprägniert mit Pyrit und stellenweise verkieselt, enthält aber keine Erzgänge. Über seine Entstehung wurde schon S. 524 gesprochen.

Die Erzführung der Verespataker Lagerstätten ist weniger mannigfaltig als diejenige mancher anderer Gänge dieses Typus. Zum großen Teile sind es Golderzgänge mit verhältnismäßig geringem Silbergehalt, z. T. aber, nämlich in dem „Silbergange" des Katroncza-Stockes und anderen ähnlichen des Kirnikberges, führen sie Silberfahlerz und einen nur sehr geringen Goldgehalt. Die hauptsächlichste Gangart bildet immer Quarz, bald zuckerkörnig mürbe, bald hornsteinartig oder in wasserhellen Kristallen, auch als Amethyst. Manganspat, Braunspat und Kalkspat sind weitere häufige Gangarten, seltener sind Schwerspat, Manganblende, Rhodonit und Adular. Gediegenes Gold und goldführender Pyrit sind auf den Golderzgängen die Erze; das Verespataker Gold ist bekannt wegen seiner mannigfaltigen Erscheinungsweise in z. T. mehrere Millimeter großen Kristallen, in blechförmig ausgebreiteten und verzerrten Zwillingen, Filigranen, moos-, haar- und drahtförmig gestalteten, manchmal seltsam gebogenen und gedrehten Gebilden; früher fand man nach v. Fellenberg wohl auch Goldmassen von 3,1—3,9 kg Gewicht, nach älteren Berichten sogar noch sehr viel schwerere. Das ged. Gold ist silberreich und hat nur einen Feingehalt von 666—708 Tausendteilen, ja noch weniger. Fahlerz kommt samt fein verteiltem Silber, „Silberschwärze" (? Silberglanz), Kupferkies und Pyrit auf den Silberklüften vor; untergeordnet und teilweise selten sind auf den Golderzgängen Markasit, Blende, Arsenkies und der ungern gesehene Bleiglanz, Magnet-

kies und Berthierit. Bemerkenswert ist das von Koch[1]) beschriebene Vorkommen von ged. Gold auf Gips.

Die genauere Kenntnis der Verespataker Gangverhältnisse datiert erst seit dem Beginn des staatlichen Tiefbaues im Jahre 1850; dieser dringt mittels des etwa 1,5 km westlich des Ganggebiets im Jahre 1783 angesetzten Orla-Stollens und seiner Flügelstollen vom Heiligkreuz- (Szent Kereszt-) Schacht aus nach allen Seiten in das Gebirge ein. Die Golderzgänge kommen mit verschiedener, abweichender Erscheinungsweise in den Rhyolithen und Daciten, dem Karpathensandstein und Lokalsediment vor. Das Verespataker Goldgebiet dehnt sich $2^1/_2$ km von O. nach W. und $1^1/_2$ km von N. nach S., quer zur Richtung des Tales, aus.

Der Bergbau vergangener Jahrhunderte hat die Abhänge des etwa 1000 m hohen, nur wenig über die Talsohle aufsteigenden Boi-Berges durchwühlt und die ruinenhafte Gestalt des schon erwähnten Csetatye-Gipfels geschaffen. An seiner Nordseite liegen die alten Baue des Affinis und Zeuß (oder Czeiß), dahinter eine große Pinge und ein alter Bergbau im Lokalsediment, der eine weite kraterförmige Aushöhlung in diesem ohnedies an Tuffe erinnernden Gesteine hinterlassen hat. Unmittelbar östlich davon erhebt sich der große und kleine Kirnik (1143 bezw. 1074 m hoch), gleichfalls von Bergbauen durchwühlt. Der nördliche Abhang des Boi besteht aus einem tonig-grusig zerfallenden Dacit („Trey" der rumänischen Bergleute); zahlreiche Quarzdoppelpyramiden sind aus dem Gesteine ausgewittert, das infolge der Oxydation des darin verbreiteten Pyrites gelbe und rote Färbungen zeigt und deshalb lebhaft an manche durch Solfatarenwirkung veränderte Laven und Tuffe erinnert. Die jedenfalls sehr unbeständigen, absätzigen, die Csetatye durchadernden Goldklüfte sind schon in römischer Zeit abgebaut worden, und neuerdings hat eine französische Gesellschaft begonnen, den von diesen hinterlassenen Goldgehalt im Tagebau zu gewinnen und damit den historisch und landschaftlich merkwürdigen Gipfel zu zerstören. Durch die Flügelstollen des Zeuß- und Csetatye-Schlages unter dem Boi und des Katroncza-Schlages unter dem Kirnik sind die Goldklüfte im Dacit und Rhyolith erschlossen worden. Sie sind im Streichen und Fallen wenig ausgedehnt und bestehen in schmalsten Spältchen und durch diese miteinander verbundenen, unregelmäßigen Hohlräumen, deren Wände mit symmetrischen Lagen von Erzen und Gangarten überzogen sind. Im Zeußer Schlage folgen sich schalenförmig Kalkspat, Manganspat (mit goldführendem Pyrit und Freigold durchwachsen), Quarz samt Pyrit mit Manganblende und endlich Quarz mit Pyrit und Gold. Das letztere bildet mit Quarz und Pyrit in den Kirnik-Klüften zumeist die einzige Ausfüllung und innerhalb dieser selbst symmetrisch-lagenförmige Anreicherungen („Schalen") bis zur Dicke von einem Zentimeter. Das Streichen der häufig nur wenige Millimeter mächtigen, auch bezüglich ihrer Goldführung nicht gleichmäßigen Goldklüfte ist im Kirnik meistens westöstlich, im Boi nordöstlich. Im Kirnik wurde der bis zu 60 cm mächtige „Silbergang" entdeckt und auf etwa 400 m streichende Länge verfolgt. Er enthält fast kein Gold, sondern Quarz, Pyrit, Kupferkies und silberreiches Fahlerz samt „Silberschwärze". Schmale Klüfte in festem Gestein sind goldreicher als solche im aufgelösten; bis auf einige Entfernung von der Kluft ist der Dacit selbst goldführend, am reichsten bis auf etwa 5 cm zu beiden Seiten.

Eine Scharung der Klüfte erhöht deren Goldgehalt. Wie mehrere andere Goldgruben, so besitzt auch Verespatak seine „Erzstöcke". In ihnen scharen

---

[1]) Mineralogische Mitteilungen aus Siebenbürgen; Orv. term. tud. Értesitö, XIII, 1888, 228—235; Ref. Ztschr. f. Krist., XVII, 1890, 505—509.



sich die Klüfte in so großer Zahl, daß das ganze Gestein als Golderz gewonnen werden kann und großartige Weitungsbaue entstehen. Ein „Erzstock“ hat jedenfalls an der Csetatye den Anlaß zur Bildung der großen Pinge gegeben. Nach Semper wären die „Stöcke“ gebunden an säulen- oder schlotförmige, das Dacitgebirge durchsetzende Eruptivbreccien des jüngeren Rhyoliths; da sich in ihnen auch Bruchstücke von Glimmerschiefer befinden, so hätte man es wohl mit eruptiven Durchbruchsröhren zu tun. Am bemerkenswertesten ist der Katroncza-Stock im Kirnikberge, der durch einen der höher gelegenen Stollen angefahren wurde und allein von 1823—24 Gold im Werte von 1 Million Gulden ergeben hat; ein 130 m hoher und 20—40 m weiter Raum bezeichnet den ehemaligen Ort dieses Reichtums, der sich übrigens in größerer Teufe als weniger nachhaltig erwies, als in der durch sekundäre Prozesse angereicherten oberen Zone.

Besonders reich an schönen Goldstufen sind die in ihrem ganzen Verhalten regelmäßigeren, steil einfallenden Gänge im „Lokalsediment“; ihr Streichen ist im großen ganzen SSW.—NNO. gerichtet. Sie sind hauptsächlich im nördlichen Teile des Grubenfeldes, unter dem nordwestlich von Verespatak gelegenen Orlaberg verbreitet. Die Füllung der meistens nur sehr gering mächtigen Gänge besteht aus Quarz, goldhaltigem Pyrit und Freigold, seltener mit Kalkspat. Das Nebengestein ist neben den reicheren Gängen fest und verquarzt. Man hat durch den Orlaer Erbstollen etwa 200 solche Klüfte aufgeschlossen, die besonders bei der Durchkreuzung mit den flach einfallenden, 2—3 m voneinander entfernten Schichtfugen („Flachen“) eine Anreicherung erfahren. Nach v. Hauer hat man im Lokalsediment am Kirnikberge viel verkohlte und verkieselte Astbruchstücke gefunden, welche in der Weise mit Pyrit und Gold imprägniert waren, daß sich an den Erzeinsprengungen die Jahresringe erkennen ließen.

Der Karpatensandstein tritt, mitunter steil aufgerichtet, an einzelnen Stellen in der nördlichen und östlichen Umgebung Verespataks auf; die ziemlich mächtigen, bezüglich ihrer Erzführung indessen immerhin weniger wichtigen Gänge enthalten außer Quarz, Kalkspat, Pyrit und Gold nur geringe Mengen von Blende, Bleiglanz, Kupferkies und Markasit. Der Sandstein ist manchmal in der Nähe der Gänge längs der Kluftflächen oder in seiner ganzen Masse so mit Gold und Kies imprägniert gewesen, daß er pochwürdig war. Sogenannte „Stöcke“ sind auch im Karpatensandstein, z. B. an der Letye, östlich von der Stadt, abgebaut worden.

Die alten Baue um Verespatak reichen bis in die Zeit der römischen Besiedelung unter der Kaiserherrschaft zurück; sie zeigen in ihrer sorgfältigen Arbeit einen hohen Grad der unterirdischen Bergbautechnik jener Zeiten. Heute wird nur ein Teil des Goldgebietes durch den Staat ausgebeutet; im übrigen sind dort mehr private Gewerkschaften und Eigenlöhner mit der Goldgewinnung beschäftigt, als in irgend einem anderen ungarischen Bergbau. Dabei ist die Verarbeitung der Erze eine primitive und mit etwa 60% Goldverlust verbunden. Zahllose kleine Pochwerke sind bei Verespatak und an der Valea Rosea, dem das Gebiet durchziehenden Bache tätig, und was bei der unwirtschaftlichen Gewinnung im Laufe der Zeiten aus ihnen dem letzteren an Gold zugeführt worden ist, wird von den Zigeunern aus dem Sande gewaschen; der tägliche Ertrag dieser Goldwäscherei kann immerhin $^1/_2$—1 Gulden für den Arbeiter ausmachen. Der „vereinigte königliche und gewerkschaftliche Bergbau Orla- und Hl. Kreuz-Erbstollen“ allein hat im Jahre 1898 58 kg Gold und 29,3 kg Silber erzeugt. Die Gold- und Silberhütte zu Zalatna, welche u. a. einen Teil der Erze von Verespatak verarbeitet, produzierte im gleichen Jahre 166 kg Gold und 435 kg Silber.

Anscheinend reiche Gänge werden teilweise durch einen unwirtschaftlichen Bergbau seitens rumänischer Gewerkschaften zu **Bucsum,** mehrere Kilometer südöstlich von Verespatak, ausgebeutet. Nach Semper haben sie einige Ähnlichkeit mit solchen in letzterem Distrikt, indem sie gleichfalls in rhyolithischen



Breccien und im Karpatensandstein auftreten. Die Gangfüllung besteht aus Quarz (z. T. Amethyst), teilweise sehr manganhaltigem Kalkspat und einem bunten Gemenge von Pyrit, Blende, Bleiglanz, Kupferkies usw., dazu Freigold, das in den im Karpathensandstein aufsetzenden Gängen das Nebengestein imprägniert.

Durch üble Wirtschaft ist der Bergbau von Vulkoj am Korabia-Berge heruntergekommen. Die Gänge sind an „veränderten" Hornblendeandesit und an den Kontakt zwischen diesem und dem von ihm durchbrochenen Tonschiefer des Karpatensandsteins gebunden und z. T. sehr mächtig und im Streichen und Fallen gleichbleibend. Nach v. Fellenberg sollen sie auch etwas Molybdänglanz führen. Seitdem in den Jahren 1885—1886 durch Raubbau große Mengen von Gold daraus entnommen worden waren, ist der Betrieb wieder zum Erliegen gekommen.

Hier mögen auch die Gänge von **Botes** bei Verespatak erwähnt sein, welche wegen des dort vorkommenden Tellursilbers (Hessit) bekannter geworden sind. Sie setzen in glimmerreichem Sandsteinschiefer des Karpatensandsteins auf, streichen etwa nordsüdlich, fallen steil ein und werden 0,1—1 m mächtig. Quarz und wenig Kalkspat sowie die gewöhnlichen Sulfide bilden in der Hauptsache ihre Füllung, gediegen Silber und Jamesonit sind untergeordnet. Freigold ist nicht häufig zu beobachten, bricht aber zeitweise in reichlicheren Massen ein. Die oberungarische Bergbau- und Hütten-Aktiengesellschaft hat im Jahre 1898 zu Botes und Bucsum etwa 70 kg Rohgold erzeugt.

Die Gänge von **Füzes** (Borbála, Tresztya und Trojcza) bei Boicza setzen in einem hochgradig veränderten, in ihrer unmittelbaren Nähe kaolinisch-kalkig zersetzten Melaphyr, zum kleineren Teile auch in Hornblendepropylit auf. Sie sind dicht geschart, gewöhnlich nur wenige Zentimeter mächtig und führen neben den gewöhnlichen Sulfiden, von denen Zinkblende und Bleiglanz manchmal schöne Kristallisationen zeigen, edle Silbererze (Rotgiltigerz, Stephanit), Fahlerz, Bournonit, Antimonit und Freigold bei vorwiegendem Quarz und Kalkspat als Gangarten. Baryt, Aragonit, Manganspat und Braunspat sind seltener. Das Gold ist hauptsächlich an Pyrit gebunden; als Freigold besitzt es nur einen Feingehalt von 50—60 %.

Der ehedem reiche Bergbau von Hondol gegenüber Nagyág ist jetzt vollständig aufgelassen.

Zu **Porkura-Kis Almás** wird Melaphyr von Dacit durchbrochen; der durchschnittlich 18 m mächtige „Ludwigsstock" besteht aus einer von Tage her in die Teufe setzenden, von Bruchstücken beider Gesteine gebildeten und zwischen ihnen liegenden Breccie, die von Kalk und Quarz durchwachsen, mit goldhaltigem Pyrit imprägniert ist und von einigen Erzgängen durchsetzt wird. Außer den gewöhnlichen Sulfiden bricht auch gediegen Silber und Bournonit ein. Den sehr flächenreichen Pyritkristallen sitzen nach Semper merkwürdig rundliche Körner von gediegenem Gold auf, das zu Porkura einen besonders hohen Feingehalt besitzen soll. Sehr reiche Golderzanbrüche gab zeitweise die Ober-Kajaneler Grube südöstlich von Brád.

Die Golderzgänge von **Boicza,** nordwestlich von Nagyág, sind von den meisten übrigen Siebenbürgens dadurch verschieden, daß sie nicht im Propylit, sondern in Melaphyr und einem als Quarzporphyr bezeichneten Gestein auftreten. Das Hügelland um Boicza, das mit seinen gerundeten Formen wohl den Eindruck erwecken könnte, als ob es gleichfalls aus jungvulkanischen Gesteinen bestehe, wird außer von miocänen Ablagerungen von Melaphyr, weißem Jurakalk und Quarzporphyr gebildet. Die beiden Eruptivgesteine scheinen jünger zu sein als der Jura, der Porphyr ist jünger als der Melaphyr; beide sind von

dem unter der Kuppe des Szvregyel-Berges umgehenden Bergbau durchfahren worden.

Die Erzgänge von Boicza zeigen zweierlei Richtung. Zu einem Teile verlaufen sie den NNW. streichenden Quarzporphyrdurchbrüchen parallel. Meistens sind sie dann an Brecciengänge gebunden, deren Füllung aus durch Dolomit und Kalkspat verkitteten Melaphyr- und Quarzporphyrtrümmern[1]) besteht und die 10—20 m mächtig werden. Sie treten darin besonders häufig am liegenden Salbande auf; sobald sie in die Brecciengänge übersetzen, zerschlagen sie sich gewöhnlich. Ihre Mächtigkeit beträgt höchstens 30 cm. Ein weiteres, den Melaphyr durchziehendes Kluftsystem streicht ungefähr NW. und diagonal zu den Porphyr- und Brecciengängen. Der Melaphyr wie der „Quarzporphyr" sind in dem Ganggebiete völlig zersetzt. Der Mineralcharakter der Gänge ist derjenige der sulfidreichen Goldsilbererzgänge; Quarz in verschiedenen Abarten, besonders auch als Eisenkiesel, überwiegt den Kalkspat, Baryt, Braunspat und Manganspat. Hauptsächlichste Erze sind helle und dunkle Zinkblende, Bleiglanz, Pyrit, Kupferkies und Markasit; von Silbererzen sind zu nennen: dunkles Rotgiltigerz, Stephanit, Silberglanz. Das in den verschiedensten Formen auftretende Freigold hat einen Feingehalt von 600—700 Tausendteilen. Bleiglanz und Zinkblende bilden hübsche Kristallisationen in Drusen.

Den größten Goldreichtum lieferte vor zehn Jahren der „Erzstock", der schon bis zum Jahre 1898 innerhalb einer Teufe von 70 m 500 kg göldisch Silber mit einem Goldgehalt von 66 % ergeben hatte. Eine Anzahl von Klüften (die Schuhaida-, Kreuzschläger-, Caroli I.- und Emma-Kluft) scharen sich dort in der Melaphyrbreccie und bilden eine säulenförmige Trümerzone von etwa 15 m Mächtigkeit, deren eine Seite von Quarzporphyr begrenzt ist. Gediegenes Gold bildete, mit Dolomit durchwachsen, gelegentlich Knauern in der reichen Masse. Im großen ganzen war bis zum Jahre 1898 der Gold-Silbergehalt der Gesamtförderung von Boicza 13,2 g pro Tonne, das Verhältnis von Gold zu Silber in den letzten Jahren etwa 3 : 2.

Auf dem Szvregyel-Berg sind die Spuren eines ausgedehnten alten Bergbaues zu sehen. Vom Jahre 1784 bis 1827 übernahm der Staat die Goldgruben von Boicza, ihre Blüte erlebten sie indessen erst, nachdem im Jahre 1889 eine Budapesther Aktiengesellschaft den Betrieb mit den modernsten Mitteln in die Hand genommen hatte; der große, an den „Erzstock" gebundene Reichtum ließ aber schon nach etwa zehn Jahren wieder nach, und neuerdings hat sich die erwähnte Bergbaugesellschaft wieder aufgelöst. In den Jahren 1889—1899 produzierte Boicza 1639 kg Gold und 1152 kg Silber.

Östlich von der Stadt Brád liegen in einem etwa 700 m hohen Hügelland, einander dicht benachbart, die Gruben von Muszári und der Rudaer Zwölf Apostel-Gewerkschaft bei Kristyor und teilweise im Gebiet des Rudaer Baches, die ersten unter dem Berg Gyalu Fetyi, die anderen unter der Koranda

[1]) In meinen Reisenotizen finde ich auch Bruchstücke des Jurakalkes als Bestandteil der Brecciengänge erwähnt. Bergeat.



und der Bárza, weshalb die letzteren auch als das Bárza-Goldfeld bezeichnet werden.

Die sehr zahlreichen Golderzgänge von **Muszári** treten in Dacit und in Hornblendeandesit auf; beide Gesteine sind hypersthen- und granatführend und zeigen größere oder geringere Anzeichen einer „grünsteinartigen Umwandlung“; in der Nachbarschaft der Gänge sind sie kaolinisiert. Das Streichen der letzteren ist zwischen S.—N. und SO.—NW. gerichtet, ihre Füllung zeigt neben den gewöhnlich auftretenden Gangarten und sulfidischen Erzen blatt-, moos- und blechförmiges Freigold, gern begleitet von schwarzer Zinkblende. Ein großartiger Reichtum an solchem war u. a. auch hier in einem „Stock“, einer Gangscharung, enthalten, die man nach mancherlei Enttäuschungen zufällig im Jahre 1891 angefahren hatte. Ein einziger Goldfund wog etwa 58 kg. Das Gold war verwachsen mit Markasit, schwarzer Blende und Quarz.[1])

„Einen überaus reichen Anbruch lieferte der Clara-Gang östlich einer Durchkreuzung mit dem Karpin-Gange. Jener ist an dieser Stelle in eine Anzahl von Trümern aufgelöst, von welchen drei durch ihre größere Mächtigkeit hervortreten. Zwischen diesen drei Haupttrümern ist der von zahllosen Klüften durchzogene Andesit dermaßen umgewandelt, daß nur eine graulich-weiße, bröckelige Masse von Kaolin und Kalk zurückblieb, welche völlig mit feinem und grobem Pyrit imprägniert wurde. Der Pyrit enthält soviel Gold, daß die ganze Gesteinsmasse als sogenannter „Stock“ gewinnungswürdig ist. Ganz besonders reich erwies sich das mittlere der drei Haupttrümer. Zu diesem werden eine Reihe von kleinen Klüften gerechnet, einschließlich derer die Lagerstätte etwa 2 m stark ist. In dieser Mächtigkeit hat sich auf der quarzigen und kalkspatigen Gangart neben Pyrit, Markasit und Bleiglanz ein ganz außergewöhnlicher Goldreichtum angehäuft. Im Durchschnitt soll dies Erz 1000 g Gold in der Tonne enthalten. Am Liegenden hat man sogar mehrfach einen Gehalt von 5 kg Gold in der Tonne festgestellt. Bemerkenswert ist, daß auch der Bleiglanz hier in hohem Maße goldhaltig sein soll.

„Dieser Gang wurde noch im Frühjahr 1897 abgebaut. Das 2 m breite Firstenort ist in der Regel mit einer Bretterwand verschlagen, versiegelt und von einem Posten bewacht. Nur in den letzten Tagen eines jeden Monats wird der Verschluß auf kurze Zeit geöffnet und soviel edles Erz entnommen, als zur Abrundung der Monatsproduktion auf die vorher festgesetzte Anzahl von Kilogrammen erforderlich ist. Mit Hilfe dieser vermutlich noch für längere Zeit anhaltenden Reserve hofft man die Goldproduktion auch im Falle des plötzlichen Vertaubens anderer Betriebspunkte auf einer stets gleichbleibenden Höhe erhalten zu können.“ (Semper.) Diese Reicherze sind jetzt abgebaut.

Der schon vor langen Zeiten betriebene Bergbau von Muszári gehört in den Besitz der Harkortschen Bergwerks- und Fabriks-Aktiengesellschaft. Muszári ergab Kilogramm Rohgold:

1899—1900	1900—1901	1901—1902	1902—1903	1903—1904
350,970	345,708	358,949	208,783	mit Ruda vereinigt.

Der Goldgehalt der Pocherze betrug im Jahre 1904 6,7 g in der Tonne. Der Feingehalt des Rohgoldes beträgt 660—800 Tausendteile.

[1]) Franzenau, Über den großen Freigoldfund aus der Umgebung von Brád; Földtani Közlöny, XXII, 1892, 80—82 ungar., 119—122 deutsch; Ref. Ztschr. f. Kristallogr., XXIII, 1894, 499—500.



Zu den blühendsten Bergbaubetrieben Österreich-Ungarns gehört derjenige der ehemaligen Zwölf Apostel-Gewerkschaft von **Ruda**,[1]) seit 1884 im Besitze der Harkortschen Bergwerks- und Fabriks-Aktiengesellschaft. Es sind drei Gruben, die Grube Bárza und Ruda am West-, die Grube Valeamori am Ostabhange des Bárzaberges. Das Nebengestein der Gänge ist teils ein sehr zäher, granatführender Hornblendehypersthenpropylit, der auch in der Nähe der Gänge im allgemeinen nur wenig kaolinisiert ist. Dieses Gestein ruht auf tuffartigen Agglomeraten, durchbricht dieselben und scheint sie nach Primics und Semper überflutet zu haben. Das Liegende beider bilden schwarze, eigentümliche Schiefer, welche gleichfalls von Gängen durchzogen werden. Der Tuff umschließt verkohlte und verkieselte Pflanzenreste, wie u. a. Baumstämme, ferner Stücke von Melaphyr, Andesit, miocäner Sedimente und des genannten schwarzen Schiefers. Wegen der weiteren merkwürdigen Einzelheiten im Aufbau des Gebietes sei auf die Darstellungen Primics' und Sempers verwiesen.

Auf Valeamori ist das reichste Erz an einen sehr stark zersetzten Brecciengang gebunden. Ein regelmäßiges, ungefähr SO.—NW. gerichtetes Streichen zeigen die durchschnittlich 0,4, aber auch bis über 1 m mächtigen Gänge von Bárza und Ruda, die mehrere hundert, ja sogar bis zu 1000 m weit verfolgt werden können. Auf den Rudaer Gängen bricht der Kalkspat reichlich ein, auf Valeamori ist er vorwaltende Gangart. Braunspat, Manganspat, Quarz, Schwerspat und Gips begleiten ihn. Von den gewöhnlichen Sulfiden ist hier insbesondere der goldhaltige Kupferkies reichlich vorhanden und gilt als häufiger Begleiter des Freigoldes; Antimonit und Fahlerz kommen stellenweise vor. Silbererze werden hier so wenig wie von Muszári erwähnt.

Der aus den Rudaer Pocherzen ausbringbare Goldsilbergehalt beträgt 20—35 g in der Tonne, wovon 12—23 g Freigold sind. Außerdem enthalten die alten, heute wieder durchgearbeiteten Halden noch 4—5 g Goldsilber. Im Gegensatz zu Muszári ergeben die Gruben von Ruda-Valeamori eine noch sehr gute Ausbeute. Die Rohgoldproduktion betrug:

1899—1900	1900—1901	1901—1902	1902—1903	1903—1904
1138,255	1198,019	1167,033	1219,034	1654,695 kg mit Muszári.

Das Rudaer Rohgold hat 700—750 Tausendteile Feingold; der Silbergehalt ist im großen Durchschnitt 220—250 g im Kilo.

Die Gänge von Ruda sind zur Römerzeit abgebaut worden; 1784 erfolgte die Gründung der „Zwölf Apostel-Gewerkschaft“, und 1884 ist der Bergbau in den Besitz der obengenannten reichsdeutschen Gesellschaft übergegangen, die ihn rasch zu einem der blühendsten Betriebe Ungarns emporgebracht hat.

Von geringer Bedeutung scheinen die Gänge von Valea Arszuluj bei Ruda, diejenigen des Czebeer Tales bei Brád und einige andere zu sein, wegen deren auf die Zusammenstellungen von Primics und Semper verwiesen sei. Die Golderzgänge von Offenbánya sind bei den Tellurgoldgängen behandelt worden.

[1]) Siehe auch Bauer, Der Goldbergbau der Rudaer 12 Apostel-Gewerkschaft bei Brád in Siebenbürgen; Leobener Jahrb., LIII, 1905, 85—204.

Die goldführenden Gänge von **Nagy Almás** treten im Kontakt zwischen Propylit und den Schiefern und Konglomeraten des Karpathensandsteins auf; die 10—60 m mächtige Kontaktzone bildet eine durchschnittlich unter 28° einfallende Breccie, welche von einer großen Anzahl größerer und kleiner, südwestlich streichender Kalkspatklüfte durchzogen wird. Diese letzteren sind sämtlich goldführend, aber nur die mächtigeren von ihnen werden abgebaut. Im Propylit sind gleichfalls Gänge vorhanden; man spricht von „Erzlinsen", die bis 30 m lang und 1,5 m mächtig werden sollen, und von Erzgängen von 1—3, ja sogar von 6 m Mächtigkeit. In beiden Fällen sind vielleicht nur mit Erzen durchzogene Zerrüttungszonen gemeint. Außer Quarz ist der Kalkspat, vielleicht auch etwas Baryt, Gangart; neben Pyrit, Blende, Bleiglanz und Kupferkies spielt Antimonit, mitunter reichlich mit Freigold durchwachsen, eine wichtige Rolle. Die Reicherze sollen bis 2 kg, im Durchschnitt 400 g, die Pocherze 20 g Gold in der Tonne enthalten. Der Feingehalt des letzteren beträgt 60—70 %. Der jetzige Bergbau der „Allerheiligen-Gewerkschaft" datiert aus dem Jahre 1878.

In vielfacher Hinsicht gehört die jetzt bedeutungslose Goldsilbererzlagerstätte des **Comstock Lode**[1]) bei Virginia City (39° 20′ nördl. Breite) in Nevada zu den wichtigsten, welche jemals abgebaut worden sind. Sie hat enorme Reichtümer an Gold und Silber geschüttet, stellte an die Bergbautechnik die höchsten Anforderungen, war jahrelang die bemerkenswerteste Lagerstätte von Edelmetallen, deren Erschließung auch der Durchforschung des amerikanischen Westens zugute kam, und ihr wissenschaftliches Studium hat manche Diskussion nicht nur auf dem Gebiete der Erzlagerstättengeologie, sondern auch der Petrographie gezeitigt und beide wesentlich gefördert.

Der Comstock Lode ist ein mächtiger, zusammengesetzter Gang von fast 6900 m Länge, der eine Verwerfung innerhalb eines Komplexes zwar verschiedenartiger, untereinander aber zusammengehöriger tertiärer Eruptivgesteine bewirkt. Er zeigt ein stellenweise sehr unregelmäßiges, im ganzen N.—S. gerichtetes Streichen längs des Abhanges des etwa 2400 m hohen Mount Davidson;

---

[1]) v. Richthofen, The Comstock Lode, its character and probable continuance in depth. San Francisco 1866. — Clarence King, Geologische Abschnitte in Exploration of the 40. Parallel, III, 1870, 1—96. — Zirkel, Exploration of the 40. Parallel, Microscopical Petrography, 1876. — Burthe, Les gisements des minerais d'argent, leur exploitation et leur traitement métallurgique aux États-Unis; Ann. d. Min. (7), V, 1874, 217—328. — Richter, Mitteilungen über einige Zweige der Metall-, namentlich der Blei- und Silber-Industrie der Vereinigten Staaten; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXV, 1877, 77—118. — Church, The Comstock Lode. New York 1879. — Koch, Berg- und Hüttenmännische Mitteilungen aus den westlichen Staaten von Nordamerika; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXVI, 1878, 43—69. — Becker, A Summary of the geology of the Comstock Lode and the Washoe district; II. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1880 bis 1881, 293—330. — Ders., Geology of the Comstock Lode and the Washoe district. Mit Atlas. Monogr. U. St. Geol. Surv., III, 1882. — Lord, Comstock mining and miners; Monogr. U. St. Geol. Surv., IV, 1883. — Hague and Iddings, On the development of crystallisation in the igneous rocks of Washoe; U. St. Geol. Surv., Bull. 17, 1885. — Dan De Quille, The discovery of the Comstock Lode; Eng. Min. Journ., LII, 1891, 637—638. — Ders., Comstock as a mine superintendent; ebenda 700—701.

letzterer gehört zum Washoe-Gebirge und damit zur Virginia Range, einem östlichen Ausläufer der Sierra Nevada, am Westrande der großen, etwa 800 km breiten Wüste des Great Basin, welches letzteres Gebirge von den Rocky Mountains trennt. 400 m unterhalb des Mount Davidson und auf dem Comstock-Gange selbst steht die Stadt Virginia City, die es im Jahre 1876, zur Zeit der Blüte des Bergbaues, bis zu 26000 Einwohnern gebracht hatte; das Land fällt von dort aus weiter zur Einsenkung des Great Basin ab.

Im Hangenden des im großen ganzen ungefähr unter 45° nach Osten einfallenden Ganges hat der über 6 km lange, zur Entwässerung der Gruben dienende Sutro-Tunnel in den östlichen Abschnitten, nämlich bis zu etwa 400 m Entfernung vom Gange, Gesteine angefahren, welche nach Hagues und Iddings' Untersuchung normalen Hornblende- und Augitandesiten entsprechen. Indem gleichzeitig der Grad der Kristallinität der Gesteine wächst, werden diese näher dem Gange allmählich zu Propyliten. Entsprechend der Auffassung des Ganges als Verwerfung, muß dessen Hangendes ursprünglich einem höheren Horizont angehört haben, was durch den petrographischen Unterschied zwischen diesem und dem Liegenden bestätigt wird. Das westliche Liegende wie auch der Gipfel des Mount Davidson besteht aus einem gröberkörnigen, früher als Diorit bezeichneten Gesteine, das in Wirklichkeit nur ein uralitischer, sehr viel gröberkörniger, weil eben in größerer Teufe erstarrter Augit- und Hornblendeandesit ist. Im ganzen sind die Pyroxenandesite des Gebietes die ältesten Gesteine, ihnen folgten die Hornblendeandesite, auf diese nach einer langen Zeit der Ruhe und Erosion weiterhin Glimmerhornblendeandesite, Dacite, Rhyolithe und Basalte. Der Bau des bis zu 700 m tief gelegenen Sutrostollens hat das petrographische Ergebnis gefördert, daß in der Tiefe nur die holokristallinen Gesteine auftreten, während die glasigen auf die Oberfläche beschränkt sind.

Der, wie gesagt, ziemlich flach einfallende Gang ist an sich eine mit Quarz durchtrümerte Zerrüttungszone; in Tiefen zwischen 180 und 360 m nahm die bauwürdige Masse nach oben hin sehr beträchtlich an Breite zu und hatte im Ausstrich einen Durchmesser bis zu 300 m. Man konnte dort zwei bis drei mächtigere Quarztrümer unterscheiden. Dabei bestand aber doch die Masse zu etwa $^5/_6$ aus großen Schollen und kleineren, teilweise in Ton umgewandelten Bruchstücken des liegenden und hangenden Nebengesteins. Mitunter war die Gangmasse eine Breccie mit quarzigem Bindemittel; tonige Zersetzungsprodukte brachen in großen, oft 3—12 m mächtigen Partien ein. Sie bildeten hauptsächlich das Hangende des Ganges. Durch Druck war der Quarz häufig zerrieben und zuckerkörnig geworden. Im Liegenden zeigte sich die Gangmasse deutlicher begrenzt als im Hangenden.

Die Gangfüllung besitzt den Charakter der edlen Quarzformation, von der sie sich durch ihren ziemlich hohen Goldgehalt unterscheidet. Neben dem herrschenden Quarz ist Kalkspat nur sehr untergeordnet; Zeolithe (Chabasit und Stilbit) sind selten angetroffen worden. Im Ausstrich war der Gang meist erzleer, nur da und dort hat sich gediegen Gold, Chlorsilber oder Silberglanz gefunden. In der Teufe herrschen die edlen Silbererze, wie besonders Stephanit und Silberglanz, aber auch Chlorsilber, Rotgiltigerz, Polybasit, gediegen Silber;

selten ist gediegen Gold; verhältnismäßig untergeordnet, im südlichen Teile etwas reichlicher waren Pyrit, Kupferkies und Blende. Meistens sind die Erze innig mit dem Quarz verwachsen.

Längs des Comstock Lode arbeiteten ursprünglich 46, späterhin 29 Gruben auf drei Gangzonen, welche durch je 500 m lange, weniger reiche Partieen geschieden waren. Die mittlere Zone war die reichste, die nördlichste die am wenigsten ergiebige. In jeder war der Erzreichtum besonders in z. T. kolossalen „bonanzas" konzentriert; mit ganz unregelmäßigen Formen, im allgemeinen, aber nicht immer, im Fallen ausgedehnter als im Streichen, gehäuft und einzeln waren diese dem Gang parallel, in den oberen Horizonten indessen auch fast quer dazu eingelagert. Teilweise strichen sie zutage aus, teilweise wurden sie erst in größerer oder geringerer Tiefe angefahren und haben dann den betreffenden Gruben plötzlich hohen Ruf verschafft. Ihre flache Erstreckung betrug bis zu mehrere hundert Meter, ihre Mächtigkeit war z. T. unverhältnismäßig groß. Stellenweise lagen zwei solcher Adelszonen, jede etwa 15 m mächtig, aufeinander, oder eine mächtigere gabelte sich in zwei schwächere, die durch arme Quarzmasse getrennt waren. Als die „great bonanza" bezeichnete man eine Häufung von fünf solchen Erzzonen auf den Gruben Consolidated Virginia, California und Ophir im mittleren Teile des Ganges. Während mehrerer Jahre betrug der Edelmetallwert des Erzes dieser Gruben ungefähr 600 Mark pro Tonne. Eines der Erzmittel maß in horizontaler Ausdehnung 240 m, im Einfallen 150 m und war 60 m mächtig. Drei solche Erzmassen der great bonanza allein ergaben bis Ende 1877 1000000 t Reicherz im Werte von 450 Mill. Mark, dazu im Jahre 1878 weitere 258000 t ärmeres Erz im Werte von ungefähr 80 Mill. Mark oder rund 300 Mark pro Tonne. Die fünf Erzmittel zusammen deckten eine streichende Ganglänge von etwa 420 m und eine vertikale Ganghöhe von 150—160 m und schütteten bis 1878 mehr als 550 Mill. Mark. Immerhin bildeten die reichen Erzkörper nur etwa $^1/_{600}$ der ganzen Gangmasse; ihre Verbreitung war eine ganz unregelmäßige, so daß es nicht gelang, ihrem Auftreten eine Gesetzmäßigkeit zugrunde zu legen. Nach Stretch (zit. von Burthe) war die Zusammensetzung der Reicherze zweier Hauptgruben folgende:

	California-Grube	Ophir-Grube
Quarz	67,5	63,38
Schwefel	8,75	7,92
Kupfer	1,30	1,60
Eisen	2,25	5,46
Silber	1,75	2,79
Gold	0,059	0,059
Zink	12,85	14,45
Blei	5,7	4,15
Antimon	?	0,09

Bei ein und derselben Bonanza war der Adel nahe dem Ausstriche größer als in der Teufe. Im ganzen hat der Reichtum der aus dem Comstock Lode geförderten Erze im Laufe der Jahre erheblich abgenommen; anfangs war der

Wert der gewonnenen Tonne Erz mindestens 180 Mark und schwankte im großen ganzen zwischen 450 und 680 Mark, schon im Jahre 1874 betrug er nur mehr zwischen 135 und 200 Mark. Man trieb im Anfang Raubbau und ließ viele reiche Erze stehen, die man später aus den verbrochenen Bauen nicht mehr gewinnen konnte.

Ungefähr 2 km östlich vom Comstock Lode liegt der sogen. Occidental Lode oder Monte Cristo-Gang, welcher das gleiche Streichen und Fallen wie jener, aber eine geringere Mächtigkeit und geringeren Reichtum besitzt. Die Hoffnung, daß der etwa 6400 m lange, im Jahre 1868 begonnene Entwässerungs-Stollen, der oben genannte Sutro-Tunnel, weitere Gänge erschließen werde, hat sich nicht erfüllt.

Der Comstock Lode wurde im Jahre 1859 entdeckt und beherrschte in den 1860er und 1870er Jahren den Edelmetallmarkt; die ungeheuren Ausbeuten haben wesentlich dazu beigetragen, den Silberpreis herabzudrücken und damit die Existenz zahlreicher anderer Silbergruben zu vernichten oder zu erschweren. Erst im Jahre 1862 begann die Entdeckung des Ganges sich bemerkbar zu machen, da sich erst in einer Teufe von 50—80 m die reichen Erze einzustellen pflegten. Im Jahre 1865 waren auf den Hauptgruben schon Teufen von etwa 300, 12 Jahre später solche von 700 m erreicht worden. Im Jahre 1859 belief sich die Gold- und Silberförderung noch auf 220000 Mark, 1861 schon auf 9375000 Mark und betrug 1865 68500000 Mark; sie nahm dann ab, war aber in den 70er Jahren wieder bis auf rund 100 Mill. Mark gestiegen und erreichte im Jahre 1876 ihr Maximum mit 162 Mill. Mark. Den aus dem Comstock Lode gezogenen Gold- und Silberwert berechnete Becker im Jahre 1882, als der Bergbau sich schon im Niedergange befand, auf rund 1300 Mill. Mark, wovon im ganzen 57 % Silber- und 43 % Goldwert gewesen sein mögen. Bis 1882 waren 500 Mill. Mark an Dividenden verteilt worden. Das Verhältnis zwischen dem Gold- und Silberreichtum war auf den einzelnen Gruben verschieden, bald der Wert des ersteren, zumeist aber der Wert des letzteren überwiegend. Rechnet man als Verhältnis der Werte von Gold und Silber für die damalige Zeit 15 : 1, so ergibt sich dasjenige für die gewonnenen Edelmetallmassen als ungefähr 1 : 20.

Der Bergbau von Virginia City hatte schon von Anfang an mit enormen Schwierigkeiten zu kämpfen. Das Gebiet war wasserarm, und Wasser mußte deshalb durch eine 40 km lange Leitung herbeigeführt werden. Bis zum Jahre 1870 waren sämtliche Bedürfnisse von Sacramento in Kalifornien her über 250 km weit über das Gebirge zu Wagen zu befördern; die an Ton reiche, mächtige Lagerstätte erforderte schwierige Zimmerungen. Nur der Umstand, daß die ungeheuer reiche Lagerstätte im Raubbau ausgebeutet wurde, erklärt es, daß der Bergbau jahrelang etwa 3000 Bergleute und eine Bevölkerung von ungefähr 20000 Menschen erhalten konnte. Ein in seiner Art fast einzigartiges Mißgeschick brachte den Bergbau in den 1880er Jahren zum Erliegen. Im Winter 1880—1881 brach in der Teufe von etwa 900 m heißes Wasser von 77° C. in großen Massen ein. Schon in 200 m Teufe hatte die Temperatur 21°, in 330 m 42° betragen, in 600 m war die Gesteinswärme 55°, und nach dem

Einbruch des Thermalwassers war ein weiterer Betrieb unmöglich geworden. Die aus den Schächten austretenden Wetter waren trotz intensiver Ventilation 32° C. warm. Wegen der übrigen geschichtlichen Einzelheiten dieses vordem so hochberühmten Bergbaues kann nur auf das Werk von Lord verwiesen werden. Comstock, einer der Entdecker des Gangs, ist bald darauf verkommen und im Jahre 1870 als geistesschwacher Bettler in einem Städtchen Montanas gestorben.

Neuerdings hat der Bergbau am Comstock Lode, wo noch acht Gruben im Betrieb stehen, unter Einführung technischer Verbesserungen wieder einen kleinen Aufschwung genommen. Über die Hälfte der Produktion des Jahres 1903 fällt auf die Gruben Consolidated California und Virginia mit ungefähr 500000 Mark Gold- und Silberwert.[1])

Ein weit ausgedehntes Minengebiet liegt im südwestlichen Colorado, ungefähr zwischen dem 37. und 38.° nördl. Breite. Colorado ist neuerdings nicht nur eines der wichtigsten Goldländer der Erde geworden, sondern es war zuletzt auch einer der ersten Silberproduzenten und ist der silberreichste Staat der Union, was besonders auch auf den Reichtum der metasomatischen Lagerstätten von Leadville, Aspen usw. zurückzuführen ist, die späterhin beschrieben werden sollen. Indem hier an die Tellurgoldgänge von Cripple Creek im Zentrum des Staates erinnert sei, die im innigsten Zusammenhange mit der tertiären vulkanischen Tätigkeit im Westen des Pike's Peaks stehen und teilweise auch in tertiären Eruptivgesteinen auftreten, soll zunächst eine Anzahl anderer gleichfalls an solche gebundener Gold-Silbererzgänge geschildert werden. Des geographischen Zusammenhangs wegen werden hier auch einzelne goldarme Silbererzgänge ihre Stelle finden.

Viele Blei-, Silber- und Golderzlagerstätten verschiedener Art befinden sich im San Juan-Gebiet, wo in den 1870er Jahren zahlreiche Gänge entdeckt worden sind. Die Namen mancher Gruben sind seitdem wieder verschollen, andere haben Jahre hindurch eine günstige Entwickelung genommen. Zu diesen gehören die Goldgruben von Ouray, Rico, Telluride, Parrot City, Summit, die später zu beschreibenden Silberbleierzlagerstätten von Ten Miles, Red Mountain und Creede. Das San Juan-Gebirge besteht aus einer der großartigsten Anhäufungen eruptiven Materials im Staate Colorado; es liegt zwischen dem Gunnison- und San Juan-Fluß, beides Nebenflüsse des Colorado, im südlichsten Bereiche des Staates und erreicht in seinem nördlichen Teile, dem Uncompahgre-Gebirge, eine Höhe von fast 4400 m. Ouray und Silverton sind darin die wichtigsten Städte. Nicht alle Erzlagerstätten des San Juan-Gebietes sind an die jungen Eruptivgesteine gebunden, teilweise treten sie vielmehr in den darunter liegenden Sedimenten auf.

Bei **Ouray**,[2]) nahe Telluride, findet sich Gold in Quarziten; diese werden nur durch eine etwa 18 m dicke Lage bituminöser Tonschiefer von den darüber

[1]) Weiteres über den jetzigen Zustand siehe bei Knochenhauer, Mitteilungen vom Comstockgang; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LX, 1901, 1—4, 17—20.

[2]) Endlich, The origin of the gold deposits near Ouray, Colo.; Eng. Min. Journ., XLVIII, 1889, 335.

liegenden tertiären Eruptivmassen getrennt. Intensive Durchhitzung hat die Sedimente verändert und z. B. die Quarzite in porzellanartig brechende Gesteine umgewandelt. Das Gold tritt teils in Spalten, zum größeren Teil aber in Hohlräumen auf, welche nahe dem hangenden Schiefer angetroffen werden und alle Dimensionen bis zu 2—2,5 m Höhe und 6—9 m Breite erreichen. Sie sind ganz oder teilweise erfüllt von Ton, der das Gold enthält, und an den Wänden mit Quarz, Weißbleierz, Anglesit, Pyrit und allerlei anderen Sulfiden oder deren Verwitterungsprodukten bedeckt. Auch Schwerspat tritt auf und das Erz ist silberhaltig. Die Höhlen stehen in Verbindung mit Spalten, und Endlich glaubt, daß die Lagerstätten nichts anderes seien als von den erzbringenden Spalten aus zu toniger Masse aufgelöste und teilweise weggeführte Butzen und Linsen von Schieferton, welche nahe der hangenden Grenze des Quarzits in diesen eingelagert gewesen sein mögen. Zu Ouray hat sich seit 1889 ein lebhafter Goldbergbau entwickelt.

Die Bleierzgänge von **Rico**,[1]) südwestlich von Ouray, setzen in untercarbonischen, dünnbankigen und häufig wechselnden Tonschiefer-, Kalkstein- und Sandsteinschichten auf; diese flach einfallenden Ablagerungen werden stellenweise von unregelmäßig geformten Massen von Hornblende-Augit-Porphyrit durchbrochen, der älter ist als die Erzgänge. Letztere sind ausgefüllte Verwerfungsspalten und werden selten mächtiger als 0,3 m; die zahlreichen von Rickard gegebenen Gangbilder zeigen ausgezeichnete Beispiele für Verschiebungen längs sehr flach einfallender oder horizontaler Ebenen. Nach oben zu verliert sich die Erzführung über einer als „Kontakt“ bezeichneten, aus Kalkbruchstücken bestehenden Zerrüttungszone, und auch 45 m unterhalb dieser sollen die Gänge unbauwürdig werden, so daß nur ein verhältnismäßig wenig mächtiger Schichtenkomplex als erzführend in Betracht kommt. In der über der 0,6—1,5 m mächtigen „Kontakt“zone liegenden Schichtfolge von Tonschiefern, Sandsteinen und Kalkschiefern treten zwar zahlreiche Kalkspatgänge, aber kein abbauwürdiges Erz mehr auf. Außer den eigentlichen Erzgängen, die als „verticals“ oder „pay veins“ bezeichnet werden, gibt es noch fast ganz taube, flacher einfallende und spitzwinkelig dazu streichende Quarzgänge, die den ersteren gegenüber die Rolle von Verwerfern spielen. Der Erzreichtum der Grube von Rico ist teils in den verticals, in noch höherem Maße aber in der „Kontakt“breccie enthalten. Die eigentlichen Erzgänge werden erst 1,5—4,5 m unterhalb der letzteren abbauwürdig, weil sie sich unmittelbar unter ihr zerschlagen und verarmen. Die Breccie selbst ist über den zertrümerten Enden der Erzgänge und genau in der Richtung dieser von erzführenden Adern durchzogen, und auch die sonst tauben Quarzgänge werden darin zu Erztrümern, fast noch reicher als jene. Der sogen. „Kontakt“ wird auf solche Weise zu einer ergiebigen Erzlagerstätte, die äußerlich

[1]) Farish, On the ore deposits of Newman Hill, near Rico, Colo.; Color. Scient. Soc., 1892, 4. Apr., zitiert von Kemp, Ore deposits, 1900, 290—292. — Rickard, The Enterprise Mine, Rico, Colorado; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, 906—980. — Deichmann, Einige Beispiele von Gangverschiebungen in dem Erzdistricte von Rico in Colorado; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVI, 1897, 424—427.



entfernt an ein Erzlager erinnern könnte, in der Tat aber nichts anderes als eine von einem Netzwerk von Gangspalten durchzogene Zerrüttungszone ist.

Die vorwaltende Gangart ist Manganspat, daneben führen die Gänge Quarz; Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit und Kupferkies sind die Erze, in Drusen kommen schöne Stephanitkristalle, Silberglanz, gediegen Silber und Gold vor. Die Gangstruktur ist teilweise eine ausgezeichnet symmetrisch lagenförmige, wobei der Quarz sowohl als ältestes als auch als eines der jüngsten Mineralien auftritt, der Manganspat älter als Bleiglanz und Zinkblende ist.[1]) Die reichsten Erze enthalten 0,7 % Silber und bis zu 25 g Gold in der Tonne.

Die Entdeckung der Lagerstätten von Rico fällt in das Jahr 1879, zwei Jahre später wurde die Grube Enterprise gegründet, die bis zum Jahre 1897 ungefähr 15 Mill. Mark an Gold und Silber geliefert hat.

Im Oberlauf des La Plata-Flusses, eines nördlichen Nebenflusses des San Juan, nahe Parrott City und der Grenze gegen Neu-Mexiko, sollen sehr reiche Gold- und Silbergänge sein; auch Tellurgold wird dort angetroffen. Bei Parrott City kommt Alluvialgold vor.

Gerade östlich davon liegt der **Summit**-Distrikt bei Pagosa im Rio Grande County,[2]) nahe der kontinentalen Wasserscheide und den Quellen des Rio Grande del Norte. Nach Hills sollen die Lagerstätten verkieselte, 1—10 m mächtige Rhyolithzonen im Kontakt mit „Trachytbreccie“ sein. Sie werden von großen Massen von Kaolin begleitet und zeigen eine bemerkenswerte Konzentration des Goldes in den bis zu etwa 100 m hinabreichenden zersetzten Ausstrichen; dabei war der eiserne Hut selbst bis zu ungefähr 15 m Tiefe arm. Die Anreicherung des Silbers scheint in noch größeren Teufen stattgefunden zu haben. Gediegen Gold findet sich, wohl als sekundäre Ansiedelung, zumeist mit Brauneisenerz auf Spältchen, z. T. in millimetergroßen Dodekaedern. Pyrit, Enargit, Bleiglanz und Blende, sekundärer Schwefel, Silber und gelegentlicher Baryt werden von Hills als Gangmineralien erwähnt.

Eine Anzahl Gruben wird bei **Telluride**[3]) im San Juan-Gebiet betrieben. Sie liegen über 4000 m hoch am Abfalle des rauhen und steilen Uncompahgre-Gebirges und am Oberlaufe des San Miguel-Flusses, besonders im sogenannten Marshall Basin. Über dem eocänen oder spätkretazeischen San Miguel-Konglomerat lagert eine ungefähr 600 m mächtige Masse von andesitischen Tuffen (die San Juan-Formation), das hauptsächlichste Nebengestein der Gänge; darüber folgen Decken von Andesiten und Rhyolithen, die gleichfalls noch von Gängen durchschnitten werden. Der Smuggler-, der Liberty Bell-, der Tomboy-,

---

[1]) Siehe auch Rickard, Vein-walls; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, 224—226.

[2]) Hills, Ore deposits of Summit district, Rio Grande County, Colo.; Eng. Min. Journ., XXXI, 1883, 332—334. Auszug von Emmons.

[3]) Purington, Preliminary report on the mining industries of the Telluride Quadrangle; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1896—1897, Part III, 745—848. — Porter, The Smuggler-Union mines; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, 449—459. — Winslow, The Liberty Bell gold-mine, Telluride, Colo.; ebenda XXIX, 1900, 285—307.

der Virginius-, der Cimarron-Gang und andere durchschneiden einander teilweise nach verschiedenen Richtungen und werden mehrere Kilometer lang. Häufig sind sie 1,5—2, mitunter noch mehr Meter mächtig. Es sind fast nur „true fissure veins", d. h. wirkliche Ausfüllungen von Spalten, begleitet von nebensächlicher Umwandlung des Nebengesteins und mit ausgesprochenen Salbändern.

Eine brecciöse Füllung tritt untergeordnet und auf geringe Erstreckung auf, bandartige Struktur mit Drusen ist häufig. Quarz und Schwefelkies sind die hauptsächlichsten Gangmineralien, Freigold wird nur stellenweise angetroffen; trotzdem aber sind die Gänge mehr oder weniger goldreich. Purington führt u. a. folgende weitere Gangarten und Erze an: Kalkspat (häufig), lichtgrüner Flußspat (z. T. massenhaft) und Schwerspat (scheinbar selten), Dolomit, Eisenspat, Manganspat; Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Silberfahlerz, Polybasit, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Stephanit, Arsenkies und Antimonit (scheinbar selten), Silber und Kupfer; Orthoklas kommt stellenweise vor, auch Apatit wird genannt.[1]) Der Goldgehalt der Gänge ist nicht groß und beträgt meistens nur wenige Gramm in der Tonne; der Pyrit scheint der hauptsächlichste Goldträger zu sein. Reichliche Anwesenheit von Manganspat gilt auf der Smuggler-Grube als ein Anzeichen für hohen Gold- und Silbergehalt. Auf letzterer Mine, einer der wichtigsten des Gebietes, kommen auf etwa 15 g Gold 370 g Silber in der Tonne, auf der Liberty Bell-Grube wechselt der Edelmetallwert sehr und mag im Mittel etwa 45 Mark pro Tonne betragen; das Verhältnis zwischen Gold und Silber ist hier ungefähr 1 : 10.

Der Bergbau im Telluride-Distrikt begann im Jahre 1875 und hatte schon bis zum Jahre 1896 etwa 100 Mill. Mark an Gold und Silber ergeben. Im Jahre 1903 sind im San Miguel County, dessen hauptsächlichstes Grubengebiet dasjenige von Telluride ist, 1771 kg Gold und fast 23000 kg Silber produziert worden.

Die Gruben bei **Silver Cliff**[2]) und auf den einige Kilometer östlich davon befindlichen **Rosita Hills** bei Querida liegen im Wet Mountain Valley, einem breiten Tal zwischen der Sangre de Cristo Range im Westen und den Wet Mountains (Sierra Mojada) im Osten, etwa 40 km südwestlich von Canyon City und 65 km südlich vom Cripple Creek-Distrikt; das Tal ist ungefähr 2500 m über dem Meere, nahe dem Austritt des Arkansas in die große zentrale Ebene gelegen. Die Unterlage der dortigen tertiären Eruptivgesteine bilden Granit und Gneis. Wie die vulkanischen Massen von Cripple Creek, so sind auch die der White Hills bei Silver Cliff und der Rosita Hills ein mehr isoliertes Vorkommen, dessen Entstehung wie diejenige jenes nördlicher gelegenen Vulkanrestes und der frühesten von den viel großartigeren Eruptivmassen der San Juan Range in die ältere Eocänzeit fallen dürfte. Die ältesten tertiären Eruptivgesteine bei Silver Cliff sind meist stark veränderte Glimmerhornblende-

---

[1]) Unter den Gangmineralien werden u. a. auch Granat, Magnetit und Picotit (?) aufgezählt, die man als solche anzweifeln darf.

[2]) Cross, Geology of Silver Cliff and the Rosita Hills, Color.; XVII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1895—1896, Part II, 263—403. — Emmons, The mines of Custer County, Color.; ebenda 405—472. — Ders., Some mines of Rosita and Silver Cliff, Color.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1896, 773—823. — Clark, The Humboldt-Pocahontas vein, Rosita, Col.; ebenda VII, 1879, 21—33. — Grabill, The peculiar features of the Bassick Mine; ebenda XI, 1883, 110—120.



andesite, teils in der Form von Lavaströmen, teils von Agglomeraten und Aschen; aus ihnen besteht die Hauptmasse des Ganggebietes von Rosita Hills, und sie werden rings umlagert und durchbrochen von Rhyolithen und Daciten; Rhyolith bildet die White Hills von Silver Cliff. Die mit Agglomeraten und gangförmigen Injektionen erfüllten Schlote der rhyolithischen Eruptionen sind an verschiedenen Punkten nachzuweisen. Andesite, etwas sauerer als die früher hervorgebrochenen, bedeckten nach einer Zeit der Erosion teilweise wieder die rhyolithischen Massen. Den Schluß der Eruptionen hat Trachyt gebildet, der zumeist gangförmig oder nur in geringen, der Erosion entgangenen Resten oberflächlich auftritt. Sowohl die White Hills wie die Rosita Hills erheben sich nur wenige hundert Meter über den Talboden.

Fast alle Lagerstätten sind an die tertiären Eruptivmassen gebunden. Unmittelbar bei Rosita liegen u. a. die Gruben Humboldt und Pocahontas auf einem 1874 entdeckten Gang, dem wichtigsten in den Rosita Hills; daneben ist eine ganze Reihe anderer ausgebeutet worden. Alle setzen im Trachyt auf und sind an Verwerfungsspalten und Zerrüttungszonen gebunden. Der Humboldt-Pocahontas-Gang bestand besonders im Liegenden aus tonigen, aus der Zersetzung des Nebengesteins hervorgegangenen Massen, gegen das Hangende führte er reiche Erze. Clark nennt Schwerspat und Fahlerz als hauptsächliche Gangmasse, daneben brach viel Bleiglanz, Kupferkies und Pyrit samt Stephanit und anderen Antimonsilbererzen ein. Kalkspat und besonders Quarz soll selten gewesen sein. Der Gang konnte 1200 m weit verfolgt werden. Im Jahre 1878 hatte das Erz der vier auf dem Gange tätigen Gruben einen durchschnittlichen Wert von 500 Mark pro Tonne an Gold und Silber. In der Zeit von 15 Jahren erzielten die Humboldt-Pocahontas-Gruben eine Produktion von 3800000 Mark.

Unweit nördlich von Rosita, am Fuße des 180 m hohen Kegels Mount Tyndall liegt bei dem Minenort Querida die Bassick-Grube, deren geologische Verhältnisse zu mancher Diskussion Anlaß gegeben haben. Der Mount Tyndall ist eine über Granit, Gneis und älterem Andesittuff sich erhebende Rhyolithkuppe, der an seinem südlichen Fuße aufsteigende kleine, 210—360 m im Durchmesser haltende Bassickhügel besteht aus einem Agglomerat von archäischen Gesteinen und älteren Andesitvarietäten; die fast immer mehr oder weniger gerundeten, bis zu 1 m mächtigen Blöcke liegen in einer weichen, z. T. kaolinisierten oder verkieselten Grundmasse. Man hat wohl angenommen, daß dieses bis zur Teufe von 420 m verfolgte Blockwerk einen vulkanischen Schlot ausfülle, der Bergbau hat aber weder über die Form noch die Ausdehnung desselben irgendwie sichere Aufschlüsse gebracht. Dieses Agglomerat enthielt eine säulenförmige, mit Erz durchwachsene Zone, den „Erzkörper", welche einen linsenförmigen Querschnitt von 6—9 m kürzerem und bis 30 m längerem Durchmesser besaß. Eine scharfe Grenze zwischen ihr und dem Nebengestein gab es nicht; in der Mitte allerdings war das Erz reicher als gegen das Nebengestein zu, indem die Andesitblöcke dort besonders groß und deshalb auch die Zwischenräume zwischen ihnen besonders weit und der Aufnahme von reichlichem Erz vorzugsweise günstig waren. Die Blöcke des Agglomerates hatten in der erzführenden Zone Durchmesser von 0,1—0,3, seltener bis zu 0,6 m. Die zwischen ihnen abgesetzte und sie lagenförmig umkrustende Erzmasse bestand in den ersten Lagen aus Zinkblende, Bleiglanz und wahrscheinlich Jamesonit mit einem Gehalt von fast 2 kg (0,2 %) Silber und 30—90 g Gold in der Tonne; darauf folgte eine ähnliche Kruste mit mehr Bleiglanz und einem teilweise außerordentlich hohen Gold- und Silbergehalt (4,5—6 kg Silber und bis zu 3 kg Gold), dann Zinkblendeerz mit etwa halb so viel Gold und Silber wie die vorige, aber in bedeutend größerer Krustendicke als die anderen Lagen und deshalb das wichtigste Erz der Grube. Im Innern der Hohlräume bildete Kupferkies, gleichfalls mit je 1,5—3 kg Gold und Silber, und Chalcedon samt gelegentlichem Pyrit die jüngste Ausfüllung. Die Gangart in diesen Krusten, die meistens nur einige Millimeter, bei dem

Zinkblendeerz bis 5 cm dick waren, bildete neben Kalkspat und Dolomit Quarz, doch traten diese Gangarten auffällig gegenüber den Erzen zurück. Kaolin war reichlich in den Zwischenräumen vorhanden. Freigold, Kieselzinkerz und Smithsonit wurden über dem Grundwasserspiegel gefunden; Fahlerz ist gleichfalls angetroffen worden. Bemerkenswert ist die Anwesenheit von Tellur, allerdings nur in solcher Menge, daß kaum ein Zehntel des Gold- und Silbergehaltes damit verbunden gedacht werden kann. Holzkohle, z. T. verkieselt und fast immer mit etwas Pyrit imprägniert, kam innerhalb und außerhalb der erzreichen Zone in der Breccie bis zu Teufen von 230 m vor. Wo die Erze auftraten, waren die Gesteinsbruchstücke gebleicht und kaolinisiert. In der späteren Betriebszeit hatte man in der Teufe nahe dem ersten „Erzkörper" einen zweiten entdeckt. Nach Emmons sind beide an die Umgebung von Spalten gebunden, welche das Agglomerat durchziehen.

Reicherz von der Bassick-Grube hatte folgende Zusammensetzung:

Au	1,64	Pb	10,18	S	26,07
Ag	2,38	Fe	7,96	As	1,90
Cu	17,43	Bi	0,56	Sb	10,20
Zn	18,19	Te	2,72		99,23

Die Bassick-Grube hat ihren Namen von einem armen Goldsucher, der die Lagerstätte im Jahre 1877 entdeckte und den sie nach einem Jahre zum Millionär machte. Seitdem bearbeitete sie bis 1885 eine Aktiengesellschaft, welche weitaus das meiste Gold in dem ganzen Distrikt geliefert hat.

Ungefähr 5 km nördlich von Silver Cliff liegt die 1879 entdeckte Bull-Domingo-Grube am Südfuße der Blue Mountains. Der „Erzkörper" war hier gleichfalls, ähnlich wie in der Bassick-Grube, an Agglomerate gebunden, über deren eigentliches Wesen und Ausdehnung nichts bekannt geworden ist. Zu Tage hatte er 20—30 m Breite und setzte mit schlauchförmiger Gestalt und etwas wechselnder Mächtigkeit bei etwa 75° betragendem Einfallen in die Teufe. Die Breccie besteht aus Bruchstücken des Nebengesteins, in diesem Falle verschiedenen Varietäten von Gneis, Granit und Syenit, ohne jüngere Eruptivgesteine; sie sind mehr oder weniger zersetzt, haben Durchmesser von wenigen Zentimetern bis zu 0,3 m und liegen in einem Bindemittel von gleicher Herkunft. Dunkle, oft strahlige Zinkblende, gut kristallisierter Bleiglanz und wenig Pyrit scheinen mindestens die weitaus vorwaltenden Erze gewesen zu sein, Dolomit, Eisenspat (oder Ankerit), Kalkspat und weißer oder gelblicher Chalcedon in traubigen Massen bildeten die Gangarten. Der grobkörnige Bleiglanz enthielt über 0,2 % Silber. Auch hier umgaben die Erze schalenförmig die Blöcke, welche offenbar infolge der Zersetzung seitens der erzbringenden Lösungen und durch Reibung ihre eckige Gestalt verloren hatten. Die Produktion der Bull-Domingo-Grube, welche in den 1890er Jahren scheinbar ganz aufgelassen worden ist, nachdem sie zuletzt mit Verlust betrieben worden war, bestand hauptsächlich aus Silber und Blei.

Unmittelbar bei Silver Cliff hat man eine mehrere hundert Fuß im Durchmesser haltende Fläche von Rhyolith steinbruchmäßig abgebaut, weil sie bis zur Tiefe von 9—15 m auf Klüften und Spältchen neben manganhaltigen Verwitterungsprodukten Chlorsilber und wahrscheinlich auch etwas Silberglanz enthielt. Das Erz war fein verteilt und selten mit freiem Auge erkennbar. Ursprünglich soll der Silbergehalt 0,1—0,15 % betragen haben, später waren es nur noch 0,02 %. Ähnliche Imprägnationen waren auch sonst an den White Hills verbreitet, die Gruben gingen indessen fast nie tiefer als bis zu 30 m. Stellenweise kam auch etwas Gold vor. Nur die Geyser-Grube erreichte mit einem 630 m tiefen Schacht den unter dem Rhyolith liegenden Granit und in der Nähe des Kontaktes einen niemals über fußmächtigen, ziemlich silberreichen Gang mit Schwerspat, Kalkspat, Bleiglanz, meist dunkler Blende, Kupferkies,

Rotgiltigerz, Silberglanz, Fahlerz usw. Gold ist im Erze nur wenig (etwa 3 g in der Tonne) enthalten, der Silbergehalt betrug im Reicherz über 1 %.

Im **Gilpin County**,[1]) 65 km westlich von Denver in Colorado, wurde zuerst Goldbergbau in diesem Staate getrieben; Hauptort des Gebietes ist Central City. Die Erze besitzen einen wechselnden Silber- und Goldgehalt, im Durchschnitt ist aber das Gewichtsverhältnis zwischen Gold und Silber etwa 1:5. Früher wurde in den verwitterten, aus Quarz, Eisenoxyden und tonigen, aus dem zersetzten Nebengestein hervorgegangenen Massen bestehenden Gangausstrichen Freigold gewonnen. Jetzt können die Erze im allgemeinen als goldhaltige Kupfererze gelten und werden auf diese beiden Metalle verarbeitet, teilweise aber sind es auch echte Silbererzgänge. Die oxydierten Gangausstriche reichten gewöhnlich bis 12 oder 24, mitunter auch tiefer als 60 m. Der Untergrund des Gilpin County besteht im allgemeinen aus kristallinen, als Gneise und Glimmerschiefer bezeichneten Gesteinen und aus verschiedenen, in der Hauptsache granitischen Eruptivgesteinen. Nach der Beschreibung Rickards gehören die Erzgänge wenigstens teilweise zu den zusammengesetzten und bewirken mitunter Verwerfungen von geringen Beträgen; eine intensive Umwandlung und Vererzung des Nebengesteines, als welches Gneis (oder Granit?) sowie saure Ganggesteine (nach Kemp Quarzporphyr und Felsit, nach Rickard Dacit) genannt werden, hat auch hier stattgehabt. Schwefelkies wiegt im frischen Erz vor, weiterhin ist reichlich Kupferkies, dunkle und gelbliche Zinkblende samt Bleiglanz und untergeordnet Antimonfahlerz vertreten; Enargit wird gelegentlich beobachtet. Arsenkies ist sehr selten, Tellur und Wismut, letzteres in den fahlerzreichen Mitteln, sind nachgewiesen worden; Arsen kommt in kleinen Mengen in allen sulfidischen Erzen des Distrikts vor. Bemerkenswert ist das Auftreten von Uranpecherz,[2]) auf einzelnen Gruben in solchen Mengen, daß es in den Handel gebracht werden konnte. Quarz ist die hauptsächlichste und fast ausschließliche Gangart, Baryt, Mangan- und Kalkspat sind untergeordnet. Das Gold findet sich nur selten im gediegenen Zustand, ist vielmehr zumeist an die Sulfide gebunden. Die durchschnittliche Gold- und Silberführung der einzelnen Erze und Gangarten ist folgende:

	Gold g in der Tonne	Silber g in der Tonne
Pyrit	20,2	151
Kupferkies	26,5	1664
Fahlerz	28,0	1202
Blende	5,0	200
Weißer Quarz	103,25	229
Bläulicher Quarz	110,7	182
Hornstein	5,6	59.

[1]) J. D. Hague, Gold Mining in Colorado; Geol. Expl. of the 40th. Parallel, III, 1870, 495—546. — Pearce, The association of gold with other metals in the West; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVIII, 1890, 447—457. — F. Rickard, Notes on the vein-formation and mining of Gilpin County, Colorado; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, 108—126. — Burthe, Notice sur les gisements des minerais d'argent aux États-Unis; Ann. d. Min. (7), V, 1874, 217—328, bes. 285—302.

[2]) Siehe darüber auch Kroupa, Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., LI, 1903, 6—8.



Das Mengenverhältnis zwischen den einzelnen Haupterzen ist ein recht schwankendes auf den verschiedenen Gängen; der Wechsel im Gold- und Silbergehalt äußert sich am extremsten darin, daß der Gilpin-Distrikt in eine Silberzone und eine Goldzone geteilt werden kann, deren Gänge aber nach ihrer Füllung durchaus verwandt sind und auch nach dem gegenseitigen Verhältnis der Edelmetalle Übergänge zeigen. Die Silberzone liegt im Osten des Gebietes bei Black Hawk; die Gänge sind dort besonders reich an Bleiglanz, Pyrit und Blende und führen daneben wohl auch edle Silbererze, wie Stephanit, Polybasit und Hornsilbererz. Benachbart ist der später zu besprechende Silbergangdistrikt von Clear Creek.

Die Golderzgänge von **Boise** und **Idaho City** im Staat Idaho[1]) setzen hauptsächlich in Granit und verwandten Ganggesteinen auf. Sie besitzen ein wechselndes Einfallen zwischen 45 und 90°, führen goldhaltigen Pyrit, Magnetkies, Arsenkies, Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz neben einer vorwaltend quarzigen, nur untergeordnet aus Kalkspat bestehenden Gangart. Ungefähr 60% des Goldgehaltes sind als unmittelbar amalgamierbares Freigold vorhanden, der Rest ist an die Sulfide gebunden. Das Nebengestein ist bis zu 15 oder 18 m von den Gängen in sericitisch-karbonatische Massen umgewandelt und mehr oder weniger mit Pyrit und Arsenkies durchwachsen, aber im allgemeinen nicht sehr goldreich. Nur neben recht reichen Gängen oder Erzmitteln sind diese Massen abbauwürdig. Die Gänge sind wenig mächtig, das Verhältnis der Goldführung zum Silbergehalt beträgt etwa 1 : 10. Das Alter der Gänge ist vormiocän.

Nach Lindgren sind die Erzgänge von Delamar bei **Silver City** in Idaho teils Silbergänge, z. T. aber auch solche, welche neben verhältnismäßig wenig Pyrit und Markasit reiche Silbererze (Chlorsilber, Silberglanz, Miargyrit, Rotgiltigerz) samt Freigold führen. Sie setzen in Rhyolith auf. Gangart ist Quarz, in welchen die Erze in feiner Verteilung eingewachsen sind und der fast ausschließlich pseudomorph nach Schwerspat oder Kalkspat auftreten soll. Die Gänge sind meistens scharf getrennt vom Nebengestein und umschließen Bruchstücke davon. Der Rhyolith ist längs derselben im Ausstrich hochgradig kaolinisiert, z. T. auch sericitisiert und dann bis zu einem gewissen Grade selbst reich an Silberverbindungen. Er wird von sogen. „iron dikes" durchzogen, das sind offenbare Verschiebungsflächen, längs deren das Gestein zermürbt, zerbröckelt und tonig aufgelöst ist. Die wichtigeren Gänge scheinen an einer solchen abzuschneiden und jenseits derselben nicht fortzusetzen. Indessen hat dort, wo die Gänge an diese undurchlässigen Einlagerungen heransetzen, die reichste Erzabscheidung stattgefunden. Offenbar ist der mineralogische Habitus der Gänge von Delamar nicht der primäre; denn einerseits haben hier ehedem Gänge mit Kalkspat oder Baryt vorgelegen, welche später durch anogene Umwandlung verquarzt worden sind, andererseits handelt es sich augenscheinlich um sekundäre

[1]) Lindgren, The mining districts of the Idaho Basin and the Boise ridge, Idaho; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part III, 1896—97 (1898), 625—719. — Ders., Metasomatic processes in fissure-veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, bes. 668—670. — Ders., The gold and silver veins of Silver City, Delamar and other mining districts in Idaho; XX. Ann. Rep., Part III, 75—256.



Erzanreicherungen der oberen Teufen. Dem entspricht auch der offenkundige Rückgang des Reichtums der Gänge. Nach Lindgren (1897) enthielt das Erz immerhin noch etwa 20 g Gold und 62 g Silber in der Tonne. Den Hauptreichtum hat ein einziges Erzmittel gebildet, das in sechs Jahren für etwa 25 Mill. Mark Gold und Silber ergab. Von 1891—1898 produzierte Delamar 4640,5 kg Gold und 79133 kg Silber.

Der Delamargrube benachbart sind die Erzgänge am War Eagle Mountain und Florida Mountain, welche viel Verwandtschaft mit den Gängen jener zeigen, indessen z. T. goldärmer sind. Sie sollen gleichwohl im Anschluß an jene behandelt werden. Am War Eagle Mountain wird ein Massiv von normalem Granit von zahlreichen Granitporphyr- und Dioritporphyrit-, sowie von Rhyolith- und Diabasgängen durchzogen und von etwas Basalt bedeckt. Die ziemlich steil einfallenden, meist nur wenige Zoll, selten einige Fuß mächtigen Gänge führen als hauptsächliche Gangart Quarz und Chalcedon, daneben nur manchmal ein wenig Kalkspat und Eisenspat und lokal auch Orthoklas. Der Quarz tritt mitunter als Pseudomorphose nach Kalkspat oder Schwerspat auf. Erze sind gediegen Gold, Kupferkies, Pyrit, Silberglanz, Rotgiltigerz, Bleiglanz und untergeordnet Zinkblende. Das Verhältnis der Gold- zur Silbermenge ist 1 : 10. Im Gegensatz zu den Gängen von Delamar ist hier das Nebengestein verhältnismäßig frisch und kaum nennenswert mit Sulfiden imprägniert. Der Bergbau ist nur bis zu 300—360 m Teufe getrieben worden, angeblich weil die Gänge dann vertaubten (oder die Füllung unedel wurde?). Bis zum Jahre 1890 förderten die Gruben, unter denen besonders Oro Fino berühmt war, für etwa 65 Mill. Mark Gold und Silber. Jetzt ist der Bergbau nur noch unbedeutend.

Der Florida Mountain besteht aus einer Granitmasse, welche von Basalt und darüber von Rhyolith bedeckt wird. Die Decken der letzteren Gesteine stehen zu gleichartigen, den Granit durchbrechenden Gängen in Beziehung. Die selten bis zu 0,6 m mächtigen, aber weithin verfolgbaren, gut entwickelten Erzgänge setzen in allen drei Gesteinen auf; sie führen neben Quarz sowohl innerhalb des Granits, als auch des Rhyoliths und Basalts Orthoklas, der u. a. Pseudomorphosen des Quarzes noch Kalkspat oder Baryt bedeckt, und als quantitativ untergeordnete Erze besonders Silberglanz, Kupferkies, etwas Bleiglanz und Blende; gediegen Silber und Gold finden sich gelegentlich. Der Goldgehalt der Erze beträgt günstigenfalls 12 g, der Silbergehalt 1400 g in der Tonne. In geringer Teufe war der Goldgehalt höher. Reiche Erzmittel haben die Gruben Black Jack und Trade Dollar in den letzten Jahren zu den ergiebigsten des ganzen Gebietes gemacht.

Es ist fraglich, ob es wirklich berechtigt war, die Gänge von Silver City unter den Golderzgängen zu beschreiben, denn manches weist darauf hin, daß ihr Reichtum teilweise, wie zu Delamar, mit der Bildung eines eisernen Hutes, teilweise mit anogenen Umwandlungen und möglicherweise dadurch bedingten Veredelungen zusammenhängt. Über die eigentliche Natur der Gänge, welche früher, den Pseudomorphosen nach zu schließen, wohl eine andere Füllung hatten, hat der Bergbau scheinbar noch keine Aufklärung gebracht.

Im Vergleich zu seinem großen Reichtum an Silbererzlagerstätten scheint die Republik Mexiko[1]) an Golderzgängen arm zu sein. Im Staate Oaxaca

[1]) Halse, Some silver-bearing veins of Mexico; Transact. Inst. Min. Eng., XVIII, 1899—1900, 370—384; XXI, 1900—1901, 198—213; XXIII, 1901—1902, 243—257; XXIV, 1902—1903, 41—60. — Ders., Notes on some gold-bearing veins of Zacatecas; Eng. Min. Journ., LVIII, 1894, 78, 105—107. — Ders., Gold in Zacatecas; ebenda 605 bis 606. — Aguilera, The geographical and geological distribution of the mineral deposits of Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXII, 1902, 497—520.



sind die Goldsilbererzgänge von **Taviches** zu erwähnen, über welche eine Beschreibung seitens Halses vorliegt. Die wichtigeren besitzen im allgemeinen ein NW.—SO. gerichtetes Streichen, sind an Hornblendeandesite gebunden und mit ihren bis über 100 m mächtigen Ausstrichen kilometerweit verfolgbar. Sie führen Quarz, Kalkspat, etwas Flußspat und Manganspat, Rhodonit, Rotgiltigerz, Miargyrit, Proustit, Polybasit, Silberglanz, Antimonit, Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies und sehr wenig Blende; in den Ausstrichen finden sich gediegen Silber und Gold, Chlor- und Bromsilber. „Im südlichen Teil des Distriktes hat eine tiefer greifende Denudation Platz gegriffen als im nördlichen, wobei darauf hinzuweisen ist, daß die als „negros" bezeichneten Erze im ersteren vorwalten, die „colorados" dagegen im letzteren regelmäßig die oberen Gangzonen ausmachen. Es gibt natürlich auch Ausnahmen von dieser Regel. Es erklärt sich daraus der höhere Goldgehalt im Norden, denn das Erz führt immer mehr Gold in der oxydierten Zone (den colorados) als in derjenigen der Sulfide (den negros)." (Halse.) Ähnliche Gänge sind diejenigen von Ixtlán in Tepic; das stockwerkartige Vorkommen am Cerro Colorado in Chihuahua führt Kalkspat, Quarz, Freigold, Pyrit, Kupferkies und reiches Silbererz. Weitere Beispiele sind nach Aguilera San José de Gracia, Mezquital del Oro und Tlalpujahua. Die Gänge des letzteren Distrikts treten in jurassischen und kretazeischen Schiefern auf, sind aber genetisch wahrscheinlich auf Rhyolithdurchbrüche zu beziehen. Die Gänge von Mineral del Oro durchsetzen gleichfalls Schiefer des Jura und der Kreide, gehören aber scheinbar den pyritischen Goldquarzgängen an. Wegen des Vorkommens von Gold auf anderen Silbererzgängen Mexikos kann besonders auf Halses Mitteilungen verwiesen werden.

Die wichtigste Goldsilbergrube der kleineren zentralamerikanischen Republiken ist diejenige von Rosario bei **San Juancito**[1]) in Honduras. Sie liegt ungefähr 30 km nordöstlich von der Hauptstadt Tegucigalpa, etwa 1000 m hoch in der bis zu 2100 m ansteigenden Plazuelas-Bergkette. Die Sedimente der Gegend bestehen aus einem Wechsel von Kalksteinen, Sandsteinen, die manchmal von Schiefertonen ersetzt werden, und Konglomeraten. Auf Grund eines Vorkommens fossiler Cycadeenreste in den Schiefertonen wird ihnen triasisches Alter zugeschrieben; in der Umgebung von San Juancito werden sie von Rhyolith durchbrochen. Der Gang von Rosario setzt sowohl in diesem wie in den Schiefertonen auf; er ist 1800 m weit im Streichen verfolgbar und 0,6—4,8, im Mittel 1,5 m mächtig. Die Gangfüllung besteht zum größten Teil aus Quarz und zeigt mitunter eine gebänderte Struktur; im Ausstriche fand sich neben Eisen- und Manganoxyden viel gediegen Silber, Chlorsilber, Freigold und Silberglanz; nach der Teufe zu traten die unveränderten Sulfide von Eisen, Kupfer, Blei und Zink auf. Seltenere Mineralien waren Polybasit, Embolit, Grün-, Gelb- und Weißbleierz, Malachit und Lasur. Im Jahre 1903 wurden aus 15600 t Erz 21266 kg Silber und 113 kg Gold gewonnen. Die Goldproduktion hat übrigens in früheren Jahren sogar über 900 kg erreicht, ist indessen seither zurückgegangen. Andere Gangbergbaue sind im Departement Alancho, abbauwürdige Goldseifen sind gleichfalls in Honduras verbreitet.

Die im Jahre 1885 entdeckten Golderze am **Cerro del Guanaco**,[2]) bei der Aguada de Cachinal in der Wüste Atacama, 130 km ONO. von der wichtigen

[1]) Leggett, Notes on the Rosario mine at San Juancito Honduras, C. A.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVII, 1889, 432—449.

[2]) Pöhlmann und Schulze, Bemerkungen über die Golderze von Guanaco; Verh. d. deutsch. wissensch. Ver. zu Santiago, II, 1891, 177—185. — Möricke, Einige

Hafenstadt Taltal, sollen hier ihre Schilderung finden, soweit eine eingehendere Besprechung dieses nach mehreren Jahren größter Ergiebigkeit als unbauwürdig wieder verlassenen Vorkommens möglich ist. Der stumpfkegelförmige Berg ist fast 2900 m hoch, erhebt sich aber nur etwa 300 m über seine Umgebung, in der schon lange Zeit bergmännischer Betrieb geherrscht hatte, während die Goldführung des Cerro del Guanaco und des östlich davon gelegenen niedrigeren Cerro del Guanaquito übersehen worden war. Das Nebengestein der Gänge besteht aus bald porphyrisch, bald felsitisch, bald glasig-perlitisch ausgebildetem Rhyolith, in welchem nach Angabe Möricke's Gold als primärer Bestandteil vorkommen soll; das Gestein läßt sich 15 km weit in ungefähr ostwestlicher Richtung verfolgen. Zahlreiche steil einfallende, 0,5—4 m mächtige Gänge, welche um so weniger reich sind, je mächtiger sie sind, streichen in derselben Richtung. Nach allen Beschreibungen scheinen die Gänge mindestens sehr absätzig gewesen zu sein, und meistens wird auf die ganz unregelmäßige Gestalt der Erzvorkommnisse hingewiesen, deren jede Grube eine ganze Anzahl abbaute. Vielleicht handelte es sich um Kluftscharungen mit den dann gewöhnlich eintretenden Reicherzzonen; Darapsky spricht auch geradezu von Stockwerken mit reichlich imprägniertem Nebengestein. Die Hauptmasse des Erzes besteht aus zumeist sehr feinkörnigem, zellig-löcherigem Quarz, der in mehreren Generationen auftritt, aus Brauneisenerz und Baryt. Als „mantos“ bezeichnet man nach Loram ohne jede Regelmäßigkeit verteilte flache Quarzmassen von ovaler Gestalt und lichtroter oder grauer Farbe. Sie enthalten Skorodit, freien Schwefel und viel Gips und sind bezeichnenderweise nur bis zu ungefähr 35 m Teufe reicher an Freigold gewesen; darunter tritt Gold nur noch in Spuren auf, und in Teufen von 80—90 m hat man z. T. sehr reine Massen von Kupferfahlerz angetroffen. Kupferspuren zeigen auch die Ausstriche. Das Edelmetall kam hauptsächlich in zweierlei Weise vor: erstlich in z. T. äußerst feiner Verteilung im Quarz; dieses Vorkommen bedingte den eigentlichen Reichtum der Gänge. Als jüngere Bildung von zwar bestechenderem Aussehen, aber geringerem Wert überzieht es zweitens Atacamit, die Baryt- und Quarzkristalle und wird nach Loram gelegentlich selbst wieder von Quarzkriställchen bedeckt. Auch der „Kaolin“ der Gangfüllungen und das zersetzte Gestein zeigten mitunter auf Klüften einen schimmernden Überzug von Goldschüppchen.[1]) Die Formen, unter denen das Edelmetall sichtbar in Erscheinung tritt, sind sehr mannigfache: Bleche, Schuppen, moosartige, dendritische Gebilde und glanzlose, braune pulverige Massen; besonders merkwürdig sind die von Kaiser erwähnten kleinen ring- oder kokardenartigen Überzüge auf dem Baryt. Zweifellos ist es in der zuletzt beschriebenen Art seines Auftretens sekundär aus verschwundenen goldhaltigen Erzen hervorgegangen; damit erklärt sich auch leicht die Unbauwürdigkeit der

---

Beobachtungen über chilenische Erzlagerstätten und ihre Beziehungen zu Eruptivgesteinen; Tscherm. Mitt., XII, 1891, 186—198. — Ders., Betrachtungen und Beobachtungen über die Entstehung von Goldlagerstätten; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 143—148. — Ders., Vergleichende Studien über Eruptivgesteine und Erzführung in Chile und Ungarn; Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br., VI, 1892, 121—133. — Debach, Die Goldfunde im Huanaco; Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk., LI, 1895, CXIII—CXIV. — Loram, The mines and mill of the Atacama Mineral Company, Ltd., Taltal, Chile; Transact. Am. Inst. Ming. Eng., XXIX, 1900, 488—502. — Kaiser, Die Mineralien der Goldlagerstätten bei Guanaco in Chile; Sitzber. niederrh. Ges., 1899, 31—37; Ref. N. Jahrb., 1901, II, — 368 —. — Darapsky, Taltal, 1900, 183—188. — Ders., Die Goldminen von Huanaco; Chem.-Ztg., XII, 1888, 1141—1142.

[1]) Nach Pöhlmann und Schulze besteht übrigens die Hauptmasse des von den dortigen Bergleuten als Kaolin bezeichneten Zersetzungsproduktes aus Gips.



Gänge in verhältnismäßig geringer Teufe. Der Feingehalt des sichtbaren gediegenen Goldes vom Cerro Guanaco war durchschnittlich 94,4 $^0/_0$, der Rest Silber. Letzteres war nach Loram auch in ziemlich erheblicher Menge als Bromid und Chlorid, sowie als Sulfid vorhanden, so dass das gewonnene Rohgold recht silberreich war. Schulze und Pöhlmann erwähnen endlich Sulfate, Arseniate und Antimoniate von Kupfer und Eisen und konnten Wismut nachweisen.

Der Goldreichtum der Gänge des Cerro del Guanaco war anfangs außerordentlich hoch; das geförderte Erz soll 5 $^0/_0$ an Edelmetall enthalten haben. Späterhin war der Goldgehalt ganz wesentlich niedriger, aber immerhin noch sehr beträchtlich. Das Gerücht vom Reichtum des Berges lockte bald Hunderte von Bergleuten herbei; etwa 100 Gruben wurden eröffnet, aber schon nach ungefähr 5 Jahren war der Bergbau wieder fast ganz eingestellt, nachdem durch Schwindeleien große Kapitalien verloren worden waren.

Ein anderes Goldvorkommen in der Atacama ist dasjenige in der Sierra Overa, 70 km südöstlich von Taltal. Als Nebengestein der Gänge wird „Diorit" bezeichnet; sie sollen zumeist 15—60 cm mächtig sein und führen körniges Gold in eisenschüssigem Quarz, mit einem Feingehalt von 90—95 $^0/_0$, und nur wenig Silbererze. Diese Golderzgänge haben nur eine geringe Bedeutung erlangt.

Den Silbergolderzgängen in den jungen Eruptivgesteinen Ungarns sind auf **Neuseeland**[1]) diejenigen der Cap Colville-Halbinsel und südlich davon offenbar sehr ähnlich. Das Gebiet liegt östlich der Stadt Auckland am Hauraki-Golf und heißt allgemein auch das Hauraki-Goldfeld. Der Hauptort desselben ist die Stadt Thames (oder Grahamstown). Die Halbinsel ist 136 km lang, 6,5 bis 32 km breit und von einer dichtbewaldeten, 360—960 m hohen Bergkette durchzogen. Sie ist wasserreich, die Verkehrswege innerhalb des Gebietes indessen sind im großen ganzen noch unvollkommen. Man unterscheidet eine Anzahl von Golddistrikten, nämlich das Thames-Revier, welches das bekannteste ist, das Coromandelgoldfeld mit den Haurakigruben, das Karangahake-, das Waihi- und Waitekauri-Goldfeld und eine Reihe anderer weniger bedeutender. Im Thames-Revier besteht die Serie der tertiären Eruptivgesteine, welche Schiefer unbekannten Alters überlagern, aus Tuffen, vulkanischen Agglomeraten und Massen von Andesiten verschiedener Art samt Daciten. Unter diesen Gesteinen scheint sich auch eine Anzahl von Typen zu befinden, welche den Namen Propylit verdienen und welche ganz den Nebengesteinen der ungarischen Golderzgänge und

[1]) Park, The geology and veins of the Hauraki goldfields, New Zealand; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1899, 366—371. — Ders., Cyaniding in New Zealand; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1900, 666—681. — Campbell, The gold-fields of the Hauraki Peninsula, New Zealand; Transact. North of Engl. Inst. of Min. and Mechan. Eng., XLVI, 78—103, und Transact. Federat. Inst. Min. Eng., XII, 1896—97, 462—487 (mit Diskussion!). — Schmeißer und Vogelsang, Die Goldfelder Australasiens, 1897, 92—98. — Siehe auch bei Don, The genesis of certain auriferous lodes; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVII, 1898, 584—589. — Wauchope, The gold-fields of the Hauraki District, New Zealand; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., XIV, 1897—98, 19—45. — Malcolm Maclaren, The geology of the Coromandel gold-fields, New Zealand; ebenda XIX, 1899—1900, 365—376. — Hutton, On the rocks of the Hauraki goldfield; Transact. Austr. Ass. Adv. of Science, VIII, 1888, 245. — Morgan, Notes on the geology, quartzreefs and minerals of the Waihi goldfield; Transact. Austr. Inst. Min. Eng., VIII, 1902, 168. — Lindgren, Hauraki goldfields; Eng. Min. Journ., LXXIX, 1905, 218—221.



des Comstock Lode entsprechen. Der Propylit und der Andesit treten einander so benachbart auf, daß Park annimmt, der letztere durchsetze den ersteren. „Propylit wie Andesit werden von zahlreichen Quarzgängen durchzogen, welche, soweit sie im Propylit anstehen, meist goldführend sind, beim Eintritt in den Andesit aber in der Regel sowohl an Mächtigkeit wie an Erzgehalt beträchtlich abnehmen, in einigen Fällen sogar bis zur einfachen Gangkluft sich verschmälern" (Schmeißer). Ähnliche allgemeine Verhältnisse herrschen auch in den übrigen Revieren; daß die Eruptivgesteine tertiär sind, wird dadurch ziemlich sicher, daß sie stellenweise Ablagerungen des oberen Jura (oder der Kreide?) bedecken. Die Tuffe und Breccien der Coromandelküste sollen miocänen Alters sein.

Von besonderem Interesse sind im Thames-Distrikt zwei Verwerfungen pliocänen Alters, welche das Goldfeld etwa in N.—S.- bezw. in NW.—SO.-Richtung durchziehen, gegen die Küste einfallen und nicht nur unter Tage durch eine Störung der Gänge und durch sehr ausgeprägte Rutschflächen, sondern auch an der Oberfläche durch 100—130 m betragende Niveauunterschiede erkennbar sind. Auch gegen die Strandebene zu scheint das Ganggebiet in die Tiefe gesunken zu sein. Die oft schön kristallisierten, auf den Gängen von Thames einbrechenden Erze sind Pyrit, Kupferkies, Zinkblende, Antimonglanz, Rotgiltigerz und manchmal Bleiglanz und Tellurgold. Freigold kommt im allgemeinen in unregelmäßigen feinen Körnern, Drähten, dünnen Blättchen und Schuppen vor und hat einen Feingehalt von 68 %. Hauptgangart ist Quarz. Das Thames-Goldfeld wurde im Jahre 1867 aufgefunden und war bis in die jüngste Zeit das wichtigste von Neuseeland. Der bis jetzt dort geförderte Goldwert beträgt ungefähr 160 Mill. Mark; davon wurden etwa 120 Mill. unter einer Oberfläche von kaum 3 qkm gewonnen. Die im allgemeinen SW.—NO. streichenden und bald südlich, bald nördlich meist steil einfallenden Gänge werden vielfach von Trümern begleitet, scharen sich wohl auch zu Stockwerken zusammen und sind gewöhnlich über 1 m mächtig; allerdings werden auch Gangmächtigkeiten von 10—13 m genannt, wobei es nicht feststeht, ob solche Angaben sich auf einfache oder zusammengesetzte Gänge beziehen. Letzteres scheint wahrscheinlicher zu sein.

Die goldführenden Quarzgänge von Coromandel, gegen 50 km nördlich von Thames und gleichfalls an der Westküste der Halbinsel gelegen, sind besonders ergiebig im Hauraki-Revier. Von den sechs Ganggebieten Tokatea, Kapanga, Hauraki, Preeces Point, Pukewhau und Matawai sind überhaupt nur die drei ersteren wichtiger. „Im allgemeinen treten die reichsten Gänge in Zonen von mürbem, zersetztem Andesit auf und sind die am wenigsten mächtigen, indem die besten Ergebnisse von 10—30 cm mächtigen Gängen erzielt wurden, während die 6—9 m mächtigen in keinem Falle den Abbau lohnten." (Maclaren.) Das Gold wird von Arsenkies und Antimonit begleitet, und gediegen Arsen, das in Hohlräumen dendritische Golddrähte beherbergt, wird als ein fast unfehlbares Anzeichen reicher Goldanbrüche angesehen. Das Edelmetall durchsetzt auf den Gängen von Kapanga und Tokatea Kalkspat, im übrigen ist Quarz die Hauptgangart; der Feingehalt beträgt etwa 75 %, der Rest ist Silber. Der Gehalt an letzterem hat mit der Teufe verhältnismäßig zu-, der Goldgehalt abgenommen.

Das Gold ist sozusagen ausschließlich als Freigold vorhanden, und die Förderung besteht weitaus in reichen Quarzstücken, was auch für den Thames-Distrikt gilt. Hier wie dort machen die Kiese im Durchschnitt überhaupt nur 0,5—2 % der Gangmasse aus. Für die Goldgewinnung auf Neuseeland sind übrigens auch die Goldseifen von hoher Bedeutung; im Coromandelgebiet wurde im Jahre 1852 auf solchen das erste Gold entdeckt, erst zehn Jahre später stieß man auf reiche Goldgänge. Südlich von den Goldfeldern der neuseeländischen Nordinsel liegen die berühmten heißen Quellen am Rotomahana-See und der Vulkan Tarawera.

Einige weitere Literaturangaben über Golderzgänge.

Pošepný, Über einige wenig bekannte alte Goldbergbaue Böhmens; Osterr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVII, 1889, 265—268, 281—284.

Einiges über das Goldvorkommen im Banate; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIX, 1890, 277—279.

Deicke, Nachträge über das Vorkommen des Goldes im Goldbergwerk zur goldenen Sonne im Canton Graubünden; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIX, 1860, 119—120. — Ders., Über das Vorkommen des Goldes in der Schweiz; ebenda XVIII, 1859, 329—330.

Tarnuzzer, Nußberger, Lorenz, Notice sur quelques gisements métallifères du canton des Grisons, Chur 1900; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 345—346.

Breidenbach, Das Goldvorkommen im nördlichen Spanien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 16—20, 49—53.

H. Müller, Über die Erzgänge des Distriktes von Culera in Catalonien; Gangstudien, II, 1854, 321—331.

Antula, Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 26—39.

Helmhacker, Ein interessantes Goldvorkommen im südlichen Ural; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LI, 1892, 95—96.

Futterer, Beiträge zur Geologie des Süd-Ural; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 338—347.

Levitzky, La région minière et métallurgique du midi de la Russie; Rev. univ. d. mines, XXXIII, 1896, I, 91—122, bes. 121—122.

Saytzeff, Über die Goldlagerstätten des Atschinsk-Minussinskischen Kreises in Sibirien; Centralbl. f. Min. etc., 1901, 136—138.

The quartz mines of Sarela, Central Siberia; Eng. Min. Journ., LXX, 1900, 724.

de Batz, The auriferous deposits of Siberia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, 452—467.

Brown, The gold-mining districts of Central Siberia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIV, 1904, 777—803.

Bogdanowitsch, Die Goldlagerstätten der Liaotung-Halbinsel (China); Mater. z. Geologie Rußlands, XX, 1900, 1—248, russisch mit franz. Resumé.

Hayden, The gold-fields of Wainád; Mem. Geol. Surv. Ind., XXXIII, Part II, 1902, 1—23. — Ders., Some auriferous localities in North Coimbatore; ebenda 53—67.

Hatch, The Alpha and Phoenix mines in the South-East Wainád, ebenda 24—46. — Ders., Report on the auriferous quartzites of Parhardiah, Chota Nagpur; ebenda 68—71.

Liebenam, Vorkommen und Gewinnung von Gold in Niederländisch-Ost-Indien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 225—230, 260—268. Nach einem Vortrag von Truscott vor der Institution of Mining und Metallurgy.

Rinne, Skizzen zur Geologie der Minahassa in Nord-Celebes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LII, 1900, 327—347, bes. 345—347. — Ders., Beitrag zur Petrographie der Minahassa in Nord-Celebes; Sitzber. k. preuß. Ak., 1900, I, 474—503, bes. 484.

Ernst, Das Gold- und Silbererz-Vorkommen von Tambang-Salida, Hannover 1890.

Glasser, Les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie, 1904, 365—384. (Aus Ann. d. mines (10), V, 1904.)

Heurteau, La constitution géologique et les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie; Ann. d. Mines (7), IX, 1876, 305—373.

Becher, The gold-quartz deposits of Pahang (Malay Peninsula); Quart. Journ. Geol. Soc., XLIX, 1893, 83—88.

Brumly, Notes upon gold-mining in Burma; Transact. North of Engl. Inst. Min. and Mech. Eng., XLVI, 122—129; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 252.

Bauer, Das Goldvorkommen von Tangkogae in Korea; Ztschr. f. prakt. Geol., 1905, 69—71.

Nichols, Notes on the Pigholugan and Pigtao gold-regions, Island of Mindanao; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 611—616.

Yung and Mac Caffery, The ore deposits of the San Pedro District, New Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 350—362, und Eng. Min. Journ., LXXV, 1903, 297—299.

Becker, Reconnaissance of the goldfields of southern Alasca; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1896—1897, part III, 1—86. The Apollo Consolidated Mine (Unga Island), 83—85.

Stretch, The quartz-lodes of the Atlin-district, Brit. Columbia; Eng. Min. Journ., LXX, 1900, 370—372.

Atkin, The genesis of the gold-deposits of Barkerville (British Columbia) and the Vicinity; Quart. Journ. Geol. Soc., LX, 1904, 389—393.

Spurr, The Silver Peak Region, Nevada; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 759—760. — Ders., The ore deposits of Monte Cristo, Washington; XXII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1900—1901, Part II, 777—865.

Lindgren, The gold belt of the Blue Mountains of Oregon; ebenda 551—776.

Smith and Dominian, Notes on a trip to White Oaks, New Mexico; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 799—800.

Barriga, Mining in Mexico. El Oro and Tlalpujahua districts; Min. Journ., LXXVII, 1905, 144.

Sandberger, Über den Erzgang der Grube Sagra Familia in Costarica; Sitz.-Ber. math.-phys. Cl. K. bayr. Ak. d. Wiss., XX, 1891, 191; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 331.

Bourdariat, Esquisse géologique et minéralogique du district aurifère de Santa-Cruz, Honduras; Bull. de la Soc. Belge de Géol., VII, 1893, 35—40; Ref. Transact. Federat. Inst. Min. Eng., VIII, 1894—95, 623.

E. S. Dana and Wells, On some selenium and tellurium minerals from Honduras; Am. Journ. of science, XL, 1890, 78—82; Ref. N. Jahrb., 1893, II, — 467—468 —.

De Kalb, The new gold fields of the Mosquito coast of Nicaragua; Eng. Min. Journ., LVII, 1894, 294—295; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 256.

Erzvorkommnisse im Staate Nicaragua; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLVIII, 1900, 7—11.

Hershey, Alter und Genesis einiger Goldlagerstätten auf dem Isthmus von Panama; Americ. Geologist, XXIV, 1899, 73—77; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 145—146.

Richter und Hübner, Über das Erzvorkommen und den Bergwerks- und Hüttenbetrieb in dem Minenbezirk von Tatatila und Zomelahuacan (Mexico); Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Salin.-Wes., XXI, 1873, 26—36.

Halse, Notes on some gold-bearing veins of Zacatecas, Mexico; Eng. Min. Journ., LVIII, 1894, 78, 105—107.

Burr and Cates, The mining district of Parral, State of Chihuahua, Mexico; Eng. Min. Journ., LXXV, 1903, 216—217.

Lévat, Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane française; Ann. d. mines (9), XIII, 1898, 443—616, Lit.

Viala, Les filons d'or de la Guyane française, 1886.

Wood, British Guiana gold-fields; Transact. Federat. Inst. Min. Eng., VIII, 1894—95, 195—200.

Granger and Treville, Mining districts of Colombia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, 33—87.

Finlay, Notes on the gold-mines of Zaruma, Ecuador; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 248—260.

Higgins, Estado de la industria minera en el Ecuador; Bol. Soc. Nac. d. mineria (Santiago de Chile) (3), XI, 1899, 310—312; Ref. Transact. Inst. Min. Eng., XVIII, 1899—1900, 515—516.

Goldquarzgänge von S. Tomas in Peru; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 39.

Götting, Erzgänge zu Punitaqui in Chile; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 282.

Stelzner, Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik, I, 1885, 223—226, 219, 228, 239, 246.

Bodenbender, Comunicaciones mineras y mineralógicas; Bol. Acad. Nac. de Cienc. de Córdoba, XVI, 1900, 206—223, 273—292, XVII, 1903, 359—381.

Walker, L'industrie minière de la province de Mendoza; Ann. d. mines (9), XV, 1899, 245—247.

Öhmichen, Goldhaltige Kobaltgänge in Transvaal; Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 271—274.

4. Die Silbererzgänge.

Während zu den wichtigsten Silbererzlagerstätten großenteils auch solche von silberhaltigen Bleierzen und deren verwitterte Ausstriche gehören, können als eigentliche Silbergänge im mineralogischen Sinn doch nur solche bezeichnet werden, welche durch primäre edle Silbererze charakterisiert sind. Als eigentliche Silbererze, in denen Silber einen wesentlichen Bestandteil bildet, sind zu nennen:

Gediegen Silber, manchmal goldhaltig. Das Silber von Himmelsfürst bei Freiberg enthält Spuren von Gold; nach Chr. A. Münster ergab eine Silberanalyse zu Kongsberg Ag 98,450, Hg 1,130, Fe 0,024, Cu 0,011, Sb 0,581, Au 0,004. Das gelbliche Goldsilber enthält bis über 50 % Gold. Silberamalgam von sehr wechselnder Zusammensetzung. Der Arquerit hat nur 13,39 % Quecksilber und bildet das Haupterz zu Arqueros bei Coquimbo in Chile. Amalgam von der Formel HgAg hat 35,02, solches von der ungefähren Zusammensetzung Hg_3Ag_2 26,43 % Silber.

Chlorsilber (Silberhornerz, Kerargyrit), AgCl (75,27 Ag). Bromsilber (Bromit, Bromargyrit), AgBr (57,44 Ag). Jodsilber (Jodit, Jodargyrit), AgJ (45,97 Ag). Embolit, $3AgCl + 2AgBr$ (67 Ag). Mikrobromit, $3AgCl + AgBr$ (70 Ag). Megabromit, $5AgBr + 4AgCl$ (64,2 Ag). Jodobromit, $2Ag(Cl, Br) + AgJ$ (59,96 Ag).

Silberglanz (Argentit, Glaserz), Ag_2S (87,07 Ag). Der Akanthit ist Silberglanz in sehr stark verzerrten Formen. Tellursilber (Hessit), Ag_2Te (63,3 Ag). Petzit (Tellurgoldsilber); $nAg_2Te . Au_2Te$ (24—26 Au). Antimonsilber (Dyscrasit), Ag_2Sb (?), theoretisch mit 64,29 Ag, indessen ist der Silbergehalt des Andreasberger Dyscrasits viel höher, ungefähr 75 %. Selensilber (Naumannit) $(Ag_2Pb)Se$, theoretisch als bleifrei angenommen, 73,19 Ag. Jalpait, $3Ag_2S . Cu_2S$ (71,75 Ag). Stromeyerit $(AgCu)_2S$ (53,08 Ag). Eukairit, $(CuAg)Se$ (43,09 Ag). Wismutsilber (Chilenit), $Ag_{10}Bi$ (?) (84 Ag). Sternbergit, Fe_2S_3Ag (etwa 34 Ag). Dahin gehören auch die etwas silberärmeren Silberkiese.

Miargyrit, $AgSbS_2$, mit 36,97 Ag. Silberwismutglanz, $AgBiS_2$ (28,40 Ag). Freieslebenit (Schilfglaserz), $(PbAg_2)_5Sb_4S_{11}$, mit 22,91 Ag. Dunkles Rotgiltigerz (Antimonsilberblende, Pyrargyrit), Ag_3SbS_3, mit 59,97 Ag. Lichtes Rotgiltigerz (Arsensilberblende, Proustit), Ag_3AsS_3, mit 65,40 Ag. Feuerblende (Pyrostilpnit), Ag_3SbS_3, mit 59,97 Ag. Xanthokon, Ag_3AsS_3, mit 65,40 Ag. Fahlerz (Tetraëdrit), $m\overset{I}{R}_8Q_2S_7 + n\overset{II}{R}_4Q_2S_7$, worin $\overset{I}{R} = Ag, Cu, Hg$; $\overset{II}{R} = Fe, Zn$; $Q = Sb, As (Bi)$. Als Silbererze wichtig sind die Antimonfahlerze mit bis zu 32 Ag. Dahin gehört der arsenfreie Freibergit (dunkles Weißgiltigerz). Silberarm bis silberfrei, dagegen häufig stark kupferhaltig sind die Arsen- und Antimonarsenfahlerze. Stephanit (Melanglanz, Sprödglaserz) Ag_5SbS_4 (68,50 Ag). Polybasit (Eugenglanz) $Ag_{10}Sb_2S_8$ (nach Groth, nach Zirkel R_9QS_6; $R = Ag, Cu$; $Q = Sb, As$) mit 64 bis über 72 Ag. Argyrodit, Ag_8GeS_6 (76,52 Ag). Canfieldit, $Ag_8(Sn, Ge)S_6$ (74,10 Ag).

Als untergeordnetes Silbererz im mineralogischen Sinn wäre zu erwähnen: Bleiglanz, PbS, fast immer mit einigem Silbergehalt, der bis zu 1 % betragen kann, gewöhnlich aber sehr viel niedriger ist. Auch Zinkblende (z. B. die „verglaste Blende“ von Freiberg), Pyrit und Arsenkies („Weißerz“) werden als Silbererze angeführt. Es dürfte aber recht zweifelhaft sein, ob ihnen der Silbergehalt eigentümlich ist, oder ob sie mit anderen, silberhaltigen Mineralien durchmischt sind.[1]) Von Gangarten sind zu nennen: Quarz in seinen verschiedenen Varietäten, Karbonspäte verschiedener Art, seltener Baryt und Flußspat, an manchen Orten (z. B. zu Andreasberg, Kongsberg) ausgezeichnete Zeolithe, ferner Rhodonit, Strahlstein, Asbest, Feldspat und Chlorit.

Vom mineralogischen Gesichtspunkte aus mögen die Silbererzgänge folgendermaßen gruppiert werden:

A. Die Silbererzgänge mit vorwiegendem Quarz, ohne wesentlichen Kobalt-, Nickel- und ohne Zinngehalt. Diese Gruppe steht den mineralogisch ebenso mannigfach zusammengesetzten Goldsilbererzgängen nahe.

B. Die Silberkalkspatgänge.

C. Silbererzgänge mit viel Schwerspat; eine unvollkommen umschriebene Gruppe.

---

[1]) Vergl. H. Müller, Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres, 1901, 84. 86.

D. Die Kobaltsilbererzgänge.

E. Die Silberzinnerzgänge; diese unterscheiden sich besonders durch ihren Zinnerzgehalt von der Gruppe A.

A. Silbererzgänge mit vorwiegendem Quarz ohne wesentlichen Kobalt-, Nickel- und ohne Zinngehalt.

(Die „edle Quarzformation" z. T.).

* Unter den Silbererzgängen gibt es kein vollkommenes Analogon zu den mineralogisch einfachen typischen Goldquarzgängen. Quarzgänge, welche etwa neben der Gangart gediegen Silber mit ganz zurücktretenden Sulfiden führten, sind unbekannt. Vielmehr ist auch in den edelsten Silbererzgängen, denen der edlen Quarzformation, der Silbergehalt vorzugsweise oder fast ausschließlich an die Sulfide, Sulfarsenide und -antimonide des Silbers, seltener an Silberfahlerz gebunden und häufig von reichlichen, ja sogar stark überwiegenden anderen Erzen, wie vor allem von Pyrit, Bleiglanz, Blende und Kupferkies begleitet. Der Bleiglanz ist dabei selbst silberhaltig; Aggregate der übrigen Sulfide, wie Blende und Pyrit, sind häufig so innig mit edlen Silbererzen durchwachsen, daß sie selbst als silberführend bezeichnet werden. Der mit Silbererzen reichlich durchsetzte, häufig hornsteinartige Quarz besitzt eine dunkle Farbe; diese dichten, zähen und oft recht unscheinbaren Erze werden als die „Dürrerze" oder die „edlen Geschicke" bezeichnet. Sie enthalten hauptsächlich Silberglanz, Stephanit, Polybasit und Rotgiltigerze. Spielen schon die silberarmen oder silberleeren Begleiter manchmal inmitten der reichen Silbererzzonen eine nicht unwichtige Rolle, so sind zahlreiche Beispiele besonders von den mexikanischen Silberdistrikten bekannt, wo schon in der verhältnismäßig geringen Teufe von wenig hundert Metern die Gänge verarmten und zu quarzigen Bleiglanzgängen wurden.

In ihrer ganzen äußeren Erscheinungsweise sind die im nachstehenden zusammengefaßten Erzgänge durchaus ähnlich den Goldsilbererzgängen. Wie diese treten sie in verschiedenem Nebengestein auf, ihr Vorkommen steht gleichwohl, wie das für die meisten Goldsilbererzgänge wahrscheinlich ist, mit größerer oder geringerer Sicherheit im Zusammenhang mit jüngeren oder älteren eruptiven Durchbrüchen. Zum großen Teil durchsetzen sie junge Eruptivgesteine, wie Propylitmassen, stehen aber dann mitunter nachgewiesenermaßen nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Empordringen ihres Muttergesteines, sondern mit demjenigen noch jüngerer Rhyolithe. Manche Quarzsilbererzgänge sind so goldführend, daß sie fast unter die verwandten Golderzgänge eingereiht werden könnten. Wegen ihres engen Zusammenhanges mit wirklichen Silbererzgängen dieser Gruppe haben sie hier ihre Stelle gefunden. Umgekehrt könnten z. B. die vorzugsweise silberführenden Gänge von Hodritsch in Ungarn, welche geologisch den Schemnitzer Goldsilbererzgängen sehr nahe stehen, hier beschrieben werden. In zahlreichen Fällen gehörte aber ein reichlicherer Goldgehalt nur dem eisernen Hute an und verschwand mit zunehmender Teufe fast ganz (z. B. auf manchen mexikanischen Gängen). Mit den Goldsilbererzgängen haben die Quarzsilbergänge teilweise einige Mannigfaltigkeit der Gangarten gemeinsam; Karbonspäte sind verbreitet, Rhodonit charakterisiert einzelne Gänge, wie zu

Butte oder in Mexiko, Schwerspat tritt zurück. Der Quarz ist häufig als Amethyst ausgebildet. Ein Kennzeichen dieser Gänge besteht darin, daß sie, wie jeweils aus den Beschreibungen hervorzugehen scheint, dem Typus der zusammengesetzten angehören. Die zwischen den Trümern liegenden Schollen und Bruchstücke besonders der jungeruptiven Gesteine sind verkieselt, kaolinisiert und mit Erzen durchwachsen, mit Pyrit imprägniert. Viele der hierher gehörigen Vorkommnisse bieten ausgezeichnete Beispiele für eine sekundäre Gangveredelung und für primäre Erzkonzentration in reichen Erzmitteln.

Zeitweise waren die Quarzsilbererzgänge überhaupt die wichtigsten Silberlagerstätten, sie haben in früheren Jahrhunderten nach Milliarden zählende Reichtümer geschüttet. Heute noch fördert das wichtigste Silberland der Erde, Mexiko, aus solchen Gängen seine mächtige Produktion.

Der größte Teil der nachstehend beschriebenen Gänge entspricht insofern nicht völlig dem Begriffe der „edlen Quarzformation" im Sinne der Freiberger Bergleute, als dieselben mehr oder weniger reich sind an Erzen der kiesigen Bleiformation, während die Freiberger Gänge dieses Typus solche in der Regel nur untergeordnet enthalten. *

Die „edle Quarzformation" hatte eine große Bedeutung für das **Freiberger** Revier.[1]) Ihr gehören etwa 200 Gänge an, welche im Westen und Norden der Stadt im Gneis, Gabbro, Glimmerschiefer, vereinzelt auch im Granulit, Syenit, Phyllit, Cambrium und Silur, ferner im Gabbro und Granulit im Gersdorf-Roßweiner Gangfelde (Siebenlehn, Mohorn u. a.), dann im Gneis nahe Halsbrücke und endlich im Gneis um Tharandt (Edle Krone), über Dorfhain, Dippoldiswalde und Frauenstein bis gegen Niklasberg, Klostergrab und Ossegg in Böhmen auftreten.

Als typische Ausfüllungsmineralien sind bekannt: Quarz, meistens dunkelgrau und hornsteinähnlich, selten weiß und kristallisiert; Arsenkies, der bekannte Silbergehalt desselben („Weißerz") ist nach Frenzel dem Mineral nicht eigentümlich, sondern auf Durchwachsungen wahrscheinlich mit Pyrargyrit zurückzuführen; Silberglanz, Silberschwärze, Pyrargyrit, ged. Silber, Schwefelkies (silberhaltig). Nur auf einzelnen Gängen hat sich auch silberreicher Bleiglanz und silberreiche, sogenannte verglaste Zinkblende gefunden. Seltenere, z. T. andern Gangformationen zugehörige (also wohl später eingewanderte) Mineralien sind: Braunspat, Manganspat, Flußspat, Schwerspat, Cölestin, Strontianit, Kalkspat, Aragonit, Gips und Kalksinter, gemeiner Arsenkies, Antimonglanz, Bournonit, Zinckenit, Rotspießglaserz, Valentinit, Antimonocker, Antimonhypochlorit, Clausthalit, Mimetesit, Kupferkies, Kupferfahlerz, Silberfahlerz, Cuprit, Proustit, Miargyrit, Stephanit, Eugenglanz, Freieslebenit, Diaphorit, Akanthit, Xanthokon, Feuerblende, Chloanthit, Siderit, Sideroplesit, Markasit, Eisenglanz, Brauneisenerz, Tektizit und Pittizit. Von besonderem

[1]) Breithaupt, Paragenesis, 151—155. — H. Müller, Die Erzlagerstätten nördlich und nordwestlich von Freiberg; Gangstudien, I, 173—196. — Ders., Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres, 77—100. Eine zusammenfassende Beschreibung des Freiberger Reviers wird unter den Bleierzgängen gegeben werden.

Interesse ist der zwischen 0,00005 und 0,00080 % betragende Goldgehalt vorzugsweise der kiesigen und antimonischen Wascherze. Übrigens hat man auf den Freiberger Gängen niemals Freigold nachgewiesen.

Die Gänge sind meistens Stehende oder Morgengänge (s. S. 472); derjenige von Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf ist auf 2600 m Länge aufgeschlossen worden. Teilweise sind es Trümerzüge, d. h. „Komplexe teils nebeneinander fortlaufender, hin und wieder sich vereinigender, teils besenartig in das Nebengestein auseinanderlaufender Gänge" (H. Müller) und erreichen dann wohl Mächtigkeiten von 4—8 m, gewöhnlich aber beträgt die letztere nur 0,1—1, ja sogar nur 0,01 m.

Die Gänge des wichtigsten Verbreitungsgebietes der edlen Quarzformation um Freiberg, nämlich diejenigen, welche von 1673—1862 zu Neue Hoffnung Gottes bei Bräunsdorf ununterbrochen abgebaut worden sind, hat man früher[1]) als die „Bräunsdorfer Formation" unterschieden, weil man annahm, daß auf ihnen der Silbergehalt an Kiese, besonders an Arsenkies („Weißerz") gebunden sei (siehe oben). Die „Bräunsdorfer Formation" führt auch erheblichere Mengen von Antimonerzen, wie Antimonit, Berthierit und Federerz. Die Gänge setzen in der Hauptsache in einer alaunschieferartigen, stark kohlehaltigen, dem Glimmerschiefer eingelagerten Zone, dem sog. „schwarzen Gebirge" auf. Die Neue Hoffnung Gottes hat von 1673—1862 Silber im Werte von über 15 Mill. Mark geliefert. Die bis zu 80 % der Förderung betragenden Wascherze hatten 0,093 bis 0,218 %, die reicheren Scheideerze 0,375—0,937 % Silber.

Die edle Quarzformation ist auch in dem Ganggebiet des **Kinzigtales**[2]) im badischen Schwarzwald vertreten. Die früheren Bergbaue des ausgedehnten Gebietes liegen mehr oder weniger nahe der badisch-württembergischen Grenze längs der Kinzig und ihrer Nebentäler; die Gänge sind von Vogelgesang folgendermaßen unterschieden worden:

1. Die Gänge der edlen Quarzformation bei den nahe benachbarten Orten Steinbach, Bollenbach, Schnellingen, Sarach und Haslach. Sie streichen N.—S. bis SW.—NO.

2. Die Gänge der Kalkspat-Silberformation; hierher gehört der NNW.—SSO. streichende Wenzelgang bei Frohnbach nahe Wolfach.

3. Die Gänge der silberreichen Bleiformation haben fast nordsüdliches Streichen; sie sind bei Haslach und nördlich und südlich von Hausach abgebaut worden.

---

[1]) Freiesleben, Magazin für die Oryktographie von Sachsen; 1. Extraheft, 1843, 18—22, und 2. Extraheft, 1844, 71—85.

[2]) Vogelgesang, Geognostisch-bergmännische Beschreibung des Kinzigthaler Bergbaues; Beitr. z. Statist. d. inn. Verw. des Großh. Baden, XXI, 1865. — Sandberger, Der Schapbacher Hauptgang und seine Beziehungen zu den Nebengesteinen; Untersuch. über Erzgänge, I, 1882, 37—158, Lit. — Ders., Der Wenzelgang im Frohnbach-Thale bei Wolfach und die Erzgänge im Quellgebiete der Schwarzwälder Kinzig, besonders im Witticher Thale; ebenda II, 1885, 257—431, Lit. — Ders., Untersuchungen über die Erzgänge von Wittichen im badischen Schwarzwalde; N. Jahrb., 1868, 385—432. — Ders., Untersuchungen über den Wenzelgang bei Wolfach im badischen Schwarzwalde; ebenda 1869, 290—324. — Sauer, Erl. zu den Blättern Oberwolfach-Schenkenzell und Hornberg-Schiltach der geolog. Spezialkarte d. Großh. Baden, 1895 und 1897.



4. Die barytischen Kupfer- und Bleierzgänge, welche hauptsächlich im Schapbach-Tale südlich von Rippoldsau entwickelt sind; sie streichen meistens SO.—NW. und sind in bezug auf Erzführung die bedeutendsten des Gebietes.

5. Die Kobaltsilberformation mit barytischer Gangart ist in einigen ebenfalls zumeist SO.—NW. streichenden Gängen bei Wittichen vertreten.

Das Gebiet besteht in der Hauptsache aus den eruptiven Schapbachgneisen, den sedimentären Rench- und Kinzigitgneisen samt untergeordneten Amphiboliten, Serpentinen usw. und, besonders gegen Süden zu, aus Granititen und Syeniten; besonders Granitit, Granophyr und Granitporphyr durchziehen alle genannten Gesteine in zahlreichen, oft dichtgescharten und ausgedehnten Gängen mit N.—S. bis NO.—SW. gerichtetem Streichen. Über dem älteren Grundgebirge ruhen Reste der früher allgemein verbreiteten Decke von Buntsandstein und nur stellenweise auch etwas Rotliegendes. Die Erzgänge setzen fast ausschließlich im kristallinen Grundgebirge auf, finden aber z. T. auch im Buntsandstein noch ihre Fortsetzung.

Die Gänge der edlen Quarzformation bei Haslach sind nach Vogelgesang die ältesten des Gebietes und den entsprechenden Freiberger Gängen überaus ähnlich. Der längste derselben ist der Gang- und Trümerzug von Baberast, der u. a. von der Grube Bergmannstrost abgebaut wurde. Die Ausfüllung besteht aus grauem hornsteinartigen und weißem kristallinen Quarz, wenig Kalkspat, seltenem Braunspat, aus Pyrit, dunklem und lichtem Rotgiltigerz, Silberfahlerz, Silberglanz, gediegen Silber, untergeordnet auch aus Kupferkies, silberreichem Bleiglanz, Antimonglanz und Bournonit. Die edlen Silbererze sind fein eingesprengt oder angeflogen; bemerkenswert ist ein Goldgehalt der Erze. Die Haslacher Gänge setzen in Gneis auf, der von granitischen Gängen durchbrochen wird. Schon im Mittelalter waren einige Gruben, wie z. B. Bergmannstrost, im Betrieb, hauptsächlich aber im XVIII. Jahrhundert fand um Haslach ein ziemlich reger, wenn auch nicht sehr ergiebiger Bergbau statt.

Die Silbererzgänge von **Aranyidka**,[1]) 10 km westlich von Kaschau in Ungarn, sind, wie im Namen liegt, früher auf Gold abgebaut worden, das aber unterhalb der Ausstriche später ganz zurücktrat. Die hauptsächlichsten Erze sind Antimonit, Berthierit, Jamesonit mit Quarz und etwas Eisenspat; Silbererze werden nicht genannt, vielmehr soll der Silbergehalt an jene Antimonerze gebunden sein (?). Schwach goldhaltiger Pyrit ist sowohl den letzteren beigemengt, wie im Quarz eingewachsen. Blende, Arsenkies und Kupferkies sind mehr untergeordnete Erze, seltener Dolomit und teilweise gut kristallisierter Kalkspat gelegentliche Gangarten. Freigold fand sich in den höheren Horizonten, desgleichen Antimonocker und Valentinit. Die Erze treten nach Helmhacker in „Gneisphyllit“ (nach von Fellenberg in Tonschiefer) auf und bilden Gangzüge; „die den Gangzug bildenden Trümer haben die Eigentümlichkeit, daß immer nur eines der Trümer den Erzadel birgt und daß der Erzadel von einem Trum auf das andere überspringt. Es werden demnach in der Regel nie zwei oder mehrere Trümer nebeneinander edel angetroffen“. (Helmhacker.) Von einem Gangtrum nach einem anderen führende „Kreuzklüfte“ vermitteln den Übertritt des Erzadels. Man kennt sieben, 200—500 m voneinander entfernte,

[1]) von Fellenberg, Über Erzlagerstätten Ungarns und Siebenbürgens; Gangstudien, IV, 1862, bes. 125—126. — Helmhacker, Die Silber-Antimonerz-Lagerstätte von Aranyidka in Ungarn; Berg- und Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 111—113. — Remenyik, Les mines de métaux de Hongrie, 1900, 54—56.



aus zwei bis vier Gängen bestehende Gangzüge; die Hauptgänge erreichen eine Mächtigkeit von 3 m. Der Silbergehalt der Erze betrug zeitweise 0,106—0,13, ja sogar 0,5 %. Im Jahre 1897 förderte der „k. ung. Gold-, Silber- und Antimon-Bergbau in Aranyidka" 564 kg Silber, 6 kg Gold und über 800 kg Antimon. Die Verarbeitung der Erze auf Silber geschieht in dem dortigen k. Amalgamierwerk.

Der im übrigen wegen seiner Kupfererzgänge wichtige Minendistrikt von **Butte**[1]) in Montana bildet ein gutes Beispiel für eine Verschiedenheit der Gangfüllung in verschiedenen Zonen desselben Ganggebietes.[2]) Butte liegt auf der kontinentalen Wasserscheide und hat seinen Namen von einem Rhyolithkegel, dem Big Butte, nahe der jetzigen Stadt, welche sich nördlich des Silver Bow Creek über dessen alluviale Niederung erhebt. Rhyolith bildet, von Tuffen begleitet, einen weiten, deckenförmigen Erguß über einem Granitgebiet; er ist jünger als die Erzgänge, welche er vielfach gangförmig durchsetzt. Das älteste Gestein des Gebietes ist ein dunkler, auffallend basischer Hornblendegranit (mit nur 64 % SiO_2), den ein unmittelbar darauffolgender, viel saurerer Granit in vielfachen Gängen und mächtigeren Massen durchsetzte. Beide sind wiederum älter als der gelegentlich zu beobachtende Quarzporphyr. Von diesen Gesteinen ist der Hornblendegranit am weitesten verbreitet und bildet deshalb auch das hauptsächlichste Nebengestein der Silbererzgänge; die Kupfererzgänge treten nur in ihm auf. Dagegen werden die jüngeren Granite und der Quarzporphyr auch von ersteren durchsetzt. Diese sind besonders nördlich, südwestlich und südlich der Stadt verbreitet und umgeben teilweise das nur einige Kilometer lange und breite, östlich davon gelegene Gebiet der Kupfererzgänge. Nach Westen zu verschwinden die Gangausstriche unter den ausgedehnten Tuff-Ablagerungen auf dem Grunde eines ehemaligen miocänen Sees. Der Granit ist mindestens nicht älter als carbonisch.

Die steil einfallenden Erzgänge besitzen im großen ganzen westöstliches Streichen und sind häufig durch schmälere Trümer miteinander verbunden oder bestehen selbst aus einer Anzahl solcher. Längs der Gänge ist das Nebengestein von erzführenden Spalten durchzogen und in Sericit umgewandelt. Was die Silbererzgänge von Butte im besonderen anlangt, so besteht ihre Füllung hauptsächlich aus Quarz, Manganspat, Rhodonit, Bleiglanz, Blende, Pyrit, Arsen-

---

[1]) Pearce, The association of minerals in the Gagnon vein, Butte City, Montana; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 62—64. — Blake, The Rainbow Lode, Butte City, Montana; ebenda 65—80. — Ders., Silver-mining and milling at Butte, Montana; ebenda 38—45. — Brown, The ore-deposits of Butte City; ebenda XXIV, 1895, 543 bis 558. — Goodale, The concentration of ores in the Butte district, Montana; ebenda XXVI, 1897, 599—639. — vom Rath, Über das Gangrevier von Butte, Montana; N. Jahrb., 1885, I, 158—168. — Peters and Williams, The silver veins of Butte, Montana; Eng. Min. Journ., XXXIX, 1885, 261—262. — Insbesondere sei verwiesen auf Weed, Emmons und Tower, Butte Special Folio des Geologic Atlas of the U. States, 1897, mit den Erläuterungen.

[2]) Siehe das weiter unten bei der Besprechung der Kupfererzgänge wiedergegebene Kärtchen.



kies, Silberfahlerz, Rotgiltigerz und Stephanit. Die Manganverbindungen und Erze finden sich im allgemeinen in den mittleren Teilen der Gangfüllung, der Quarz an den Salbändern. Gediegen Silber in bis zu mehrere Zentimeter langen Fäden und Drähten, seltenes Freigold in den Ausstrichzonen, Flußspat, seltener Schwerspat, Grünbleierz und sekundäre Kupfererze finden sich z. B. auf dem Rainbow-Gange. Auf dem gleichen enthielt das gewonnene Silber einige Prozent Gold, doch hat der Reichtum der Lagerstätte mit der Teufe abgenommen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen der Füllung der Silbererzgänge und der später noch ausführlich zu beschreibenden Kupfererzgänge von Butte besteht in der Mangan- und Zinkblendeführung der ersteren einerseits und andererseits darin, daß erstere fast ganz kupferfrei, während letztere stets gold- und oft beträchtlich silberführend sind. Im ganzen ist die Verbreitungszone beider scharf abgegrenzt, wenn auch auf Gängen des Grenzgebietes mineralogische Übergänge beobachtbar sind. Der Anacondagang war in den oberen Teufen reich an Silber, in der Tiefe wurden die Erze sehr reich an Kupfer und führten anfänglich daneben noch einige Kilogramm Silber in der Tonne; noch weiter abwärts nimmt der Silbergehalt ganz ab, und die Lagerstätte wird zu einem enormen Kupfererzgang.

Der Gehalt der Silbererzgänge schwankt zwischen 100 und 400 g bis zu mehreren Kilogramm Silber in der Tonne. Da die Gänge von Butte goldführend sind, so haben sie auch zur Entstehung von Goldseifen den Anlaß gegeben, welche im Jahre 1864 entdeckt wurden; die Goldsande des Silver Bow Creek und des Missoula Gulch haben jahrelang gute Ausbeuten gegeben, wenn auch das Gold stark silberhaltig war. Silbererze sind erst im Jahre 1874 in den zerfressenen, an Manganoxyden sehr reichen Quarzausstrichen gefunden worden. Reiche Silbergruben waren zu Butte diejenigen von Alice, Lexington, Magna Charta und Moulton, nördlich der Stadt und höchstens 2 km von dem kupfererzführenden Ganggebiet entfernt. Man bezeichnet sie als das Walkerville-System. Der wichtigste Gang war dort der bis zu 30 m mächtige, über 3 km weit verfolgte, aus mehreren Trümern bestehende Rainbow-Gang; er erwies sich bis unter den Grundwasserspiegel als recht ergiebig, während die Silbererzgänge südlich von Butte (das „ancient und Neptune system") im Ausstrich edel waren und nach der Tiefe verarmten. Reiche Erze, z. T. mit einem Gold-Silberverhältnis von 1 : 50, führt die „mittlere Silberzone" westlich von der Stadt; Kalkspat ist auf diesen Gängen ziemlich häufig. Die edlen Silbererze kommen in feiner Durchwachsung im Quarz vor, den sie dunkel färben. Westlich der Rhyolithzone liegen die Silbergruben Nettie, Burlington, Bluebird usw. Das Nebengestein der Gänge bildet dort der jüngere, saurere Granit.

Einen von den Silber- und Kupfersilbererzgängen abweichenden Typus stellt der Gagnon-Gang dar, welcher an der Grenze zwischen beiden Zonen liegt und besonders durch massigen Wurtzit und Blende ausgezeichnet ist. An dieses Zinkerz ist sowohl ein hoher Silbergehalt (1500—6000 g in der Tonne) als auch eine bis zu 42 % betragende Kupferführung gebunden. Gediegen Silber und vor allem Zinkvitriol weisen darauf hin, daß auch hier eine sekundäre Anreicherung der beiden Metalle vor sich gegangen ist, wie sie für die Gänge von Butte so wichtig und schon früher geschildert worden ist (S. 549). Weitere

Mineralien auf diesem merkwürdigen Gange sind Enargit, Bleiglanz, Silberfahlerz, Tennantit und Buntkupfererz (beide gleichfalls von Silber begleitet), Kupferkies und als einzige Manganverbindung Manganwolframit (Hübnerit). Quarz ist die hauptsächlichste Gangart, daneben kommen Feldspat und gelegentlich auch Baryt und Flußspat vor.

Die berühmteste Erzlagerstätte Nevadas ist der jetzt fast verlassene Comstock Lode gewesen, der nach seiner mineralogischen Zusammensetzung ebensogut der edlen Quarzformation zugerechnet werden konnte, wegen seines beträchtlichen Goldgehaltes aber unter den Golderzgängen behandelt wurde (S. 675).

Einer der ersten Funde von Silbererzen im Staate Nevada geschah 1862 zu **Austin,**[1]) unweit westlich von Eureka, etwa 140 km südlich der Zentral-Pacific-Eisenbahn. Das Ganggebiet wird auch der Reese River-Distrikt genannt; es ist 1—2 km breit und gegen 10 km lang. Die NW.—SO. streichenden, unter sehr verschiedenen Winkeln einfallenden und vielfach gestörten Gänge sind bald nur schmale Klüfte, bald erreichen sie Mächtigkeiten von 2—3 Fuß und enthalten gewöhnlich nur wenige Zentimeter dicke Erzlagen. Letztere sind ausgezeichnet gebändert und bestehen aus lichtem und dunklem Rotgiltigerz, Stephanit, Polybasit, Fahlerz, silberhaltigem Bleiglanz, Blende, Pyrit und Kupferkies in sehr verschiedenen Verhältnissen, so daß äußerst silberreiche Mittel mit solchen von silberarmen, unbauwürdigen Erzen wechselten. Quarz ist die hauptsächlichste Gangart, daneben bricht auch Manganspat und Kalkspat ein. Das Nebengestein der abbauwürdigen Gänge wird als ein ziemlich grobkörniger Granitit bezeichnet; er wird bei Austin von rhyolithischen Gesteinen durchbrochen und auch Propylite sind in jener Gegend bekannt. Wie auf vielen Silbererzlagerstätten Nevadas bestand der Reichtum der Gänge anfangs in ansehnlichen Massen von Bromsilber und Hornsilber, das neben anderen chloridischen und oxydischen Erzen auftrat und erst in 20—25 m Teufe den Sulfiden Platz machte. Längs der Gänge war der Granit teilweise mit sehr reichen Silbererzen imprägniert. Im Jahre 1871 betrug der mittlere Silbergehalt der verarbeiteten Erze 0,65 %. Die Silbergewinnung von Austin hat jetzt keine Bedeutung mehr.

Zu einer Wiederbelebung des in den letzten Jahren völlig daniederliegenden Bergbaues in Nevada führte die im Jahre 1900 erfolgte Entdeckung der Silbergänge von **Tonopah.**[2]) Diese junge Ansiedelung ist südlich von Belmont, ungefähr unter dem 38. Breitegrad in wasserarmer Gegend etwa 1800 m hoch gelegen. Das engere Gebiet besteht aus tertiären vulkanischen Gesteinen und Tuffen und deren Verwitterungs- und Erosionsprodukten; erst in der weiteren Umgebung von Tonopah treten cambrische oder silurische Kalksteine und in sie eingedrungene Granite hervor. Unter den jungvulkanischen Gesteinen ist ein älterer, schon stark veränderter Hornblende-Andesit als Nebengestein der reicheren Erzgänge bemerkenswert. Seiner Entstehung folgte noch vor einer Periode tiefgreifender Erosion und dem Hervorbruch weiterer Eruptivgesteine diejenige der wichtigsten Gänge. Längs der letzteren ist er intensiv

[1]) Emmons, Mining and milling at Reese River; Geol. Explor. of the 40th Parallel, III, 1870, 349—408. — Burthe, Les gisements des minerais d'argent, leur exploitation et leur traitement métallurgique aux Etats-Unis; Ann. d. mines (7), V, 1874, 217—328, bes. 259—283.

[2]) Spurr, The ore deposits of Tonopah, Nevada; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 219, 1903. — Ders., Mineral Industry, XII, 1903, 447—450.



verquarzt und in Massen umgewandelt, welche Spurr als Sericit (?) bezeichnet. Nach der Gangbildung fanden weitere Eruptionen von Andesit, Dacit, Rhyolith und Basalt statt, und im Zusammenhang mit den Rhyolithen und Daciten sollen nach Spurr noch einige weitere Gänge entstanden sein.

Die reicheren Gänge setzen, wie gesagt, nur im älteren, scheinbar propylitischen Andesit auf. Die wichtigsten sind diejenigen von Valley View, Mizpah und Montana Tonopah. Nach den bisherigen Aufschlüssen zu urteilen, führen sie Gold und Silber im Gewichtsverhältnis 1 : 100, wenig Kupfer und weder Arsen noch Blei. Quarz ist die hauptsächlichste Gangart, daneben tritt auch Orthoklas (in der Varietät des adularartigen Valencianits) auf. Im oxydierten Ausstrich kommen Chlorbromsilberverbindungen und mitunter etwas Freigold vor, eigentliches Silbererz ist der Stephanit und ein ähnliches kupferhaltiges Sulfantimonid; Silberglanz und Rotgiltigerz, die beide in mehr oder weniger reichlichen Mengen einbrechen, sind jünger als der Stephanit und nach Spurr aus diesem hervorgegangen. Pyrit tritt hauptsächlich als Imprägnation des Nebengesteins auf. Die Bildung des eisernen Hutes mit den Silberhalogenverbindungen kann bis zur Teufe von 210 m beobachtet werden. Die Erz- und Quarzansiedelung hat auch hier längs den Klüften bis zu 1,8 m mächtiger Zerrüttungszonen stattgefunden und zu der bei ähnlichen Gängen gewöhnlichen Verquarzung und der bezeichneten Umwandlung des Andesits geführt.

Im Jahre 1902 gewann man 840 kg Gold und 75000 kg Silber, die allerdings großenteils den sekundär veredelten oberen Gangzonen entstammten. Man wird die Gänge von Tonopah bei aller Ähnlichkeit mit gewissen, oben als Goldsilbererzgänge beschriebenen Vorkommnissen einstweilen der edlen Quarzformation zurechnen dürfen. Offenbar zeigen sie viel Übereinstimmung mit manchen mexikanischen Silbererzgängen. Wie die Stadt Tonopah, welche im Jahre 1903 schon 5000 Einwohner hatte, ist auch das 37 km südöstlich davon gelegene Goldfields ganz junger Entstehung; man entdeckte dort angeblich reiche, fast silberfreie, in Rhyolith aufsetzende Goldquarzlagerstätten. Das hauptsächlichste Golderzvorkommen von Nevada sind im übrigen die schon früher besprochenen Gänge von Delamar.

Der Gangdistrikt von **Clear Creek** in Colorado ist 1859 entdeckt worden; erst um 1866 begann dort der Bergbau sich zu entwickeln, der bis heute seine Bedeutung bewahrt hat. Das Zentrum des Minendistrikts ist Georgetown, etwa 2500 m über dem Meere auf der Ostseite der Front Range, WSW. von Denver gelegen. Die Gänge sind reich an Silber, enthalten aber nach J. D. Hague[1]) kein oder fast kein Gold. Ihr Nebengestein bildet, wie teilweise im benachbarten, nordöstlich davon gelegenen Gilpin County, Granit in verschiedenen Varietäten und Übergängen zu gneisartigen Gesteinen. Auch im sonstigen Verhalten gleichen sie teilweise den Golderzgängen von Gilpin County, indem sie etwa OW. oder NO.—SW. gerichtetes Streichen und zumeist steiles Einfallen zeigen. Der Terrible-Gang setzt in Granit auf, ist 0,3—1,5 m mächtig und

[1]) Silver Mining in Colorado; Geol. Explor. of the 40th. Parallel, III, 1870, 589 bis 605. — Burthe, l. c., 302—323.



scheint hauptsächlich aus Quarz zu bestehen; Erze sind besonders Bleiglanz, Blende, Kupfer- und Schwefelkies, Stephanit, Silberglanz, Fahlerz, gediegen Silber und Rotgiltigerz. Der Silbergehalt der Masse ist teilweise an Bleiglanz, besonders aber an die edlen Silbererze gebunden. Flußspat, Schwerspat und andere Gangarten sind untergeordnet. Der John Brown-Gang, ein anderer wichtigerer unter den vielen Gängen, soll bis zu 7,2 m Mächtigkeit erreichen; er führt besonders reichlich silberhaltiges Zinkblendeerz und ist im übrigen dem vorigen ähnlich. Die eigentlichen Erzlagen in den beiden Gängen werden kaum fußdick. Das Erz des Brown-Ganges hatte nach Hagues Bericht einen Silbergehalt von 0,06 bis 0,09 %.

Zu **Creede** im südlichen Colorado[1]) wurden um 1890 Silbererzgänge entdeckt. Sie setzen in jungen Eruptivgesteinen (Rhyolithen?) auf und führen nach Kirby Quarz, etwas Schwerspat, Pyrit, edle Silbererze und Bleiglanz. Längs der verwitterten Ausstriche war auch das zersetzte Nebengestein reich an sekundären Erzen. Der Creededistrikt stand im Jahre 1903 in lebhafter Produktion.

Die Silbererzgänge Mexikos.

Literatur.

v. Humboldt, Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne, III, 1811.

Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico in den Jahren 1825—1834, Stuttgart 1836. — Ders., Über den Bergwerksbetrieb in den Revieren von Pachuca und Real del Monte in Mexico; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., VII, 1859, 101—168. — Ders., Die Resultate des Bergwerksbetriebes in den Revieren von Pachuca und Real del Monte in Mexico während der Jahre 1859—1861; ebenda XI, 1863, 213—228.

Alamán, Historia de Méjico desde los primeros movimientos que prepararon su Independencia en el año de 1808, hasta la época presente, 1849—1852.

Tilmann, Der Bergbau und das Amalgamationsverfahren in den Bergwerks-Distrikten von Guanajuato in Mexico, Münster 1866.

Laur, De la métallurgie de l'argent au Mexique; Ann. d. Mines (6), XX, 1871, 38—317.

Richter und Hübner, Die Bergwerke im Bezirk Pachuca und Real del Monte in Mexico und die Amalgamation in Guanajuato; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXI, 1873, 103—119. — Dies., Über das Erzvorkommen und den Bergwerks- und Hüttenbetrieb in dem Minenbezirk von Tatalila und Zomelahuacan (Mexico); ebenda 26—36.

v. Uslar, Über den Bergbau in Guanajuato. Nach dem Minero Mexicano; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 425—428, 433—437.

Ramirez, Noticia historica de la riqueza minera de Mexico y de su actual estado de explotacion, 1884.

Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 811—829.

Halse, Notes on some gold-bearing veins of Zacatecas, Mexico; Eng. Min. Journ., LVIII, 1894, 78, 105—107. — Ders., Gold in Zacatecas; ebenda 605—606. — Ders., The silver district of Tehuilotepec, State of Guerrero, Mexico; Eng. Min. Journ., LX, 1895, 197—198. — Ders., Some silver-bearing veins of Mexico; Transact. Inst. Min. Eng.,

---

[1]) Mac Mechen, The ore deposits of Creede, Col.; Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 301—303. — Kirby, The ore deposits of Creede and their possibilities; ebenda 325—326.



XVIII, 1899—1900, 370—384; XXI, 1900—1901, 198—213; XXIII, 1901—1902, 243 bis 257; XXIV, 1902—1903, 41—60.

Struthers, Notes on the mining and metallurgical industries of Mexico; Eng. Min. Journ., LXXII, 1901, 530—538. Mit Abbild.

Aguilera, Ordoñez, Sanchez, Rangel, González y Castro, El Mineral de Pachuca; Veröffentl. vom Instituto geológico de México, 1897.

Ordoñez y Rangel, El Real del Monte; Desgl., 1899.

Eine große Anzahl von Aufsätzen über die Geologie und das Berg- und Hüttenwesen von Mexico enthält der Bd. XXXII, 1902, der Transact. Am. Inst. Min. Eng.; darin: Blake, Notes on the mines and minerals of Guanajuato, Mexico, 216—223.

Ordoñez, The Mining district of Pachuca, Mexico, 224—241.

Halse, Notes on the structure of ore-bearing veins in Mexico, 285—302.

Weed, Notes on certain mines in the states of Chihuahua, Sinaloa and Sonora, Mexico, 396—443, bes. 426—428, 435—438.

Dominguez, The district of Hidalgo del Parral, Mexico, in 1820, 459—477. Mit einem Anhang über den jetzigen Betrieb zu Minas Nuevas und Santa Barbara.

Manzano, The mineral zone of Santa Maria del Rio, San Luis Potosí, Mexico, 478—483, bes. 480—481.

Aguilera, The geographical and geological distribution of the mineral deposits of Mexico; ebenda 497—520. Derselbe Band der Transactions bringt auch eine Zusammenstellung spanisch-mexikanischer bergmännischer Ausdrücke und eine Bibliographie.

Mexiko ist eines der erzreichsten Länder der Erde. Neben großen, zum Teil kaum erst erschlossenen Reichtümern an Blei und Kupfer sind vor allem seine Silbererzgänge von jeher für das Land von der allergrößten Bedeutung gewesen. Pachuca, Real del Monte, Guanajuato, Zacatecas und andere sind seit Jahrhunderten hochberühmte Grubenorte. Gegenüber der Silberproduktion tritt diejenige an Gold, die besonders in früheren Jahrhunderten und schon vor der spanischen Eroberung eine nicht unbedeutende gewesen war, zurück; erstere betrug im Jahre 1903 2109818 kg, übertraf sogar diejenige der Vereinigten Staaten (1688906 kg) und war überhaupt die bedeutendste der Erde, über zehnmal so groß als die Deutschlands (181021 kg). Die mexikanische Goldförderung betrug im gleichen Jahre 17321 kg (die der Vereinigten Staaten 110728 kg) und war ebenso wie die Silberförderung in der Zunahme begriffen. Insgesamt zählte Mexiko im Jahre 1900 1092 Grubenreviere, davon u. a. 553 auf Silber- oder Blei-Silber-, 237 auf Gold-, 68 auf Zinnober-, 41 auf Kupfer-, 36 auf Blei- und 16 auf Zinnerzlagerstätten. Man hält es für zweifellos, daß Mexiko noch einer großen Zukunft als Metallproduzent entgegen geht, und der bedeutende Aufschwung, den vor allem auch die Edelmetallgewinnung in letzterer Zeit dort genommen hat, spricht für eine solche. Raubbau, liederliche Wirtschaft und vor allem auch der Aufstand zu Anfang des XIX. Jahrhunderts, welcher die Lostrennung von Spanien zur Folge hatte, haben den Bergbau heruntergebracht. Ein Haupthindernis sind stets die in die unteren Teufen einbrechenden Wassermassen gewesen, die noch neuerdings z. B. den Bergbau von Pachuca betroffen haben.

Die Silbererzgänge folgen vom Staate Oaxaca bis Chihuahua in einer ungefähr SO.—NW. gerichteten Linie dem Hochland der Sierra Madre und vor allem deren jungeruptiven Gesteinsdurchbrüchen, wenn sie auch nicht allein an

diese selbst gebunden sind. Ihr Nebengestein bilden vielmehr bald ältere kristalline Schiefer, bald Kalke, Schiefer und Sandsteine des Jura und der Kreide, bald tertiäre Agglomerate und Tuffe, meistens aber doch jungeruptive Gesteine, wie vor allem Hornblende- und Pyroxenandesit, der zum mindesten häufig als Propylit erscheint, seltener die jüngeren Rhyolithe. In ihrer äußeren Erscheinungsweise als zusammengesetzte Gänge und in ihrer Füllung zeigen sie große Verwandtschaft auch in hunderte von Kilometern voneinander entfernten Gebieten. Wo sie auftreten scheinen stets junge Eruptivgesteine nicht fern zu sein, und man darf sie wohl als eine unmittelbare Begleiterscheinung der in der Tertiärzeit hier im großartigsten Maßstabe vor sich gegangenen vulkanischen Durchbrüche betrachten.

Die mexikanischen Silbererzgänge galten von jeher als ein vorzügliches Beispiel für die eiserne Hutbildung einerseits, anderseits für die Verschiedenheit des Adels und der Erzführung desselben Ganges in verschiedenen Teufen. Die Erscheinung, daß ihre Silbererzführung nach der Tiefe zu in eine bleiische oder bleiisch-zinkische oder in eine bleiisch-antimonige übergeht, ist aber nicht ihnen allein eigen, sondern auch anderswo beobachtet worden, wie weiter oben beschriebene Beispiele lehren und später zu schildernde noch zeigen werden.

Die Zahl der mexikanischen Silbererzgänge ist eine so ungeheuer große, daß hier von einer Einzelaufzählung der Vorkommnisse abgesehen werden, und besonders auf die zusammenfassenden Arbeiten von Ramirez, Halse und Aguilera verwiesen werden muß. Die wichtigeren Silberdistrikte sind seit A. von Humboldt mehrmals beschrieben worden, indessen fehlt noch viel zu ihrer genaueren geologischen und zumal petrographischen Kenntnis.

Der Bergbaudistrikt von **Pachuca**, der Hauptstadt des Staates Hidalgo, liegt 100 km nordöstlich von Mexiko am westlichen Abfall der Sierra de Pachuca in 2460 m Meereshöhe; 8 km davon befinden sich am entgegengesetzten Gebirgsabhang die geologisch ganz ähnlichen Silbererzgänge von Real del Monte. Die ganze Gegend besteht aus tertiären Eruptivgesteinen, d. s. ihrem Alter nach geordnet grünsteinähnliche, oberflächlich sehr intensiv verwitterte miocäne Pyroxenandesite (Propylite), Dacite, Rhyolithe in verschiedener Entwickelung und Basalte. Letztere sind jünger als die Erzgänge, welchen etwas jüngeres Alter als den Rhyolithen zugeschrieben werden kann, und die im allgemeinen in den Andesiten auftreten. Das tiefere, dem sogen. Valle de Mexico angehörende Vorland der Sierra de Pachuca wird von pliocänen und postpliocänen Ablagerungen bedeckt. Die hauptsächlichsten Gänge von Pachuca, nämlich der Vizcaina-Gang, der El Cristo, Los Analcos, Santa Gertrudis und Polo Norte streichen ostwestlich und scharen sich in Winkeln von ungefähr 30° mit kleinen Gängen, durch die sie miteinander verbunden sind. Die Vizcaina, der großartigste Gang, ist 16 km lang und erstreckt sich noch durch das Revier von Real del Monte; aber auch die übrigen erreichen streichende Ausdehnungen von mehreren Kilometern. Die Gänge werden selten mächtiger als 7 m und bilden sich zertrümernde Gangzüge, wobei mitunter ein Haupttrum von Bogentrümern begleitet wird. Man unterscheidet zu Pachuca mindestens drei Teufenzonen: zu oberst bis zur Tiefe von 100—150 m, z. T. tief unter Oberflächenschutt

verborgen, meistens aber als riffartiger „creston“ ausstreichend, die Zone der Oxydation, darunter die Anbrüche mit reichen Silbererzen und endlich die Zone mit vorwaltendem Bleiglanz und Zinkblende. Der eigentliche eiserne Hut enthält neben Eisenoxyd sehr große Massen von Manganoxyden („quemazones“) mit Chlor- und Bromsilber und einen nicht unbeträchtlichen Goldreichtum. Die hauptsächlichste Gangart ist Quarz, teilweise als Amethyst. Das Nebengestein und die in den Gängen enthaltenen Schollen desselben („caballos“) sind stark kaolinisiert und verkieselt. Im allgemeinen unterhalb des Grundwasserspiegels folgen dann, heutigen Tages allein noch von Wichtigkeit, die negros, Bleierze, Kupferkies und Pyrit mit edlen Silbererzen, wie vorzugsweise gediegen Silber und Silberglanz, seltener Stephanit und Polybasit; Rotgiltigerz scheint merkwürdigerweise zu Pachuca zu fehlen.

Außer Quarz sind von Gangarten noch zu erwähnen: Rhodonit, Bustamit, Manganspat, seltener Kalkspat und ein Zeolith, der Xonotlit (oder Xonaltit, $4 CaSiO_3 + H_2O$). Der das Nebengestein imprägnierende Pyrit enthält auch hier kaum Spuren von Edelmetallen; im Erzgange wird sein Auftreten als ein Hinweis auf gute Anbrüche gern gesehen. Zinkblende fehlt in den „negros“ fast ganz. Der Erzreichtum ist in meist ganz unregelmäßig gestalteten bonanzas konzentriert; eine der kolossalsten war diejenige von San Rafael, welche in 100 m Teufe angefahren wurde, ein elliptisches Erzmittel von 1000 m Länge und 400 m Höhe bildete und eine mittlere Mächtigkeit von $2^1/_2$ m besaß. Sie lieferte in 10 Jahren gegen 70 Mill. Mark Silberwert; die von Rosaria ergab von 1853—1883 etwa 120 Mill. Mark. Als clavos („Nägel“), bolsas („Taschen“), ojos („Augen“) und moscas („Fliegen“) bezeichnet man entsprechend kleinere Erzanhäufungen im Quarz; dieser selbst führt, wenn er mit Erzen durchwachsen ist, die Bezeichnung „azogues“ (eigentlich „Quecksilber“).

In größerer Teufe stellt sich zum Bleiglanz Blende ein, und es gilt auch hier als feststehende Tatsache, daß die Gänge nach unten zu, besonders mit dem Einbrechen der letzteren, verarmen. Doch macht Ordoñez darauf aufmerksam, daß sich auf einzelnen Gruben unterhalb der Zone der scheinbaren Verarmung, z. T. in der Teufe von 350 m, wieder reichere Erze eingestellt haben; dieselben waren u. a. von gediegen Kupfer begleitet. Bezüglich des Auftretens der Ganganreicherungen gibt Ordoñez an, „daß die ursprünglich reichen Gangteile den mehr zerrissenen und gestörten Feldesteilen entsprechen, wo die Spalten weiter, die Gänge weniger geneigt sind und ihre Richtung wechseln oder wo Trümer von ihnen abgehen“.

Die Gänge von Pachuca sind unmittelbar nach dem Eindringen der spanischen Eroberer entdeckt worden. Nach der Erfindung des für die Zugutemachung der Erze so wichtigen Patio-Prozesses durch Bartolome de Medina im Jahre 1557 zu Pachuca selbst hat der Bergbau eine außerordentliche Blüte erreicht: im Jahre 1670 förderte eine Grube täglich für etwa 30000 M. Silber! Im XVIII. Jahrhundert verfiel der Bergbau und wurde nach dem Insurrektionskrieg im Jahre 1810 wieder ohne Erfolg aufgenommen; erst seit 1853 und besonders seit 1879 datiert ein neues Aufblühen, und zuletzt gehörte Pachuca zu den wichtigsten Silbergruben der Erde, als 1895 neuerdings ein verhängnisvoller Wassereinbruch in die Gruben dem Bergbau wieder den schwersten Schaden brachte. Die Stollenlängen des Distriktes messen insgesamt ungefähr 300 km;

Pachuca dürfte seit der Entdeckung der Gänge nicht weniger als $3^1/_2$ Mill. Kilogramm Silber produziert haben.

Real del Monte ist Pachuca nahe benachbart und östlich davon in einer Meereshöhe von 2765 m gelegen. Die geologischen Verhältnisse sind hier dieselben wie dort. Die Erzgänge streichen teilweise O.—W., wie z. B. die Vizcaina, welche von Pachuca herüberzieht; zumeist aber haben sie einen fast senkrecht oder schief dazu gerichteten Verlauf, wie der Sta. Brígida- und der Sta. Inés-Gang, die unter Winkeln von 75—80° gegen die Vizcaina streichen. Man kennt sieben größere und eine Reihe kleinerer Gänge, die drei genannten sind die wichtigsten. Wechsel im Streichen und Fallen, Zertrümerungen und besonders die Bildung von Bogentrümern sind häufig. Die Gänge von Real del Monte gehören scheinbar gleichfalls dem Typus der zusammengesetzten an; abgesehen von der Vizcaina sind sie auf mehrere Hundert Meter bis zu einigen Kilometern verfolgbar. Die Mächtigkeit der Vizcaina steigt hier bis zu 15 m, der Trümerkomplex der Sta. Inés erreicht 40 m; ihr Einfallen ist durchschnittlich ein steiles. Sie durchsetzen mitunter Rhyolithgänge, indem sie sich zerschlagen und werden manchmal von solchen geschleppt. Die Füllung der Gänge ist ganz analog derjenigen von Pachuca, hier wie dort ist die Struktur eine gebänderte. Die Vizcaina zeigt auch zu Real del Monte eine mächtige, etwa 1000 m lange und mindestens bis über 400 m Teufe verfolgbare bonanza von großer Ergiebigkeit, eine andere wurde u. a. auf dem Gange Sta. Inés in etwa 100 m Teufe entdeckt und bis zu 400 m verfolgt.

Die Gründung des Bergbaues von Real del Monte fällt ungefähr in dieselbe Zeit wie diejenige von Pachuca. Wegen der großen Schwierigkeiten der Wasserhaltung war die Geschichte Real del Montes gleichfalls eine sehr wechselvolle, besonders im XVIII. Jahrhundert. Um 1780 hatten die Gruben ihre höchste Blüte mit einer jährlichen Produktion von 44 Mill. Mark.

Der hochberühmte Distrikt von **Guanajuato,** gegen 300 km nordwestlich von Mexiko in etwa 2000 m Höhe gelegen, hat zeitweise Erträgnisse an Silber und in untergeordneterem Maße auch an Gold ergeben, welche sich fast mit denjenigen des Comstock Lode vergleichen lassen. Er besitzt eine Ausdehnung von etwa 20 km in NW.—SO.-Richtung und von 15 km senkrecht dazu. Die Gänge gehören den drei Revieren La Luz (im Nordwesten), Veta Madre (in der Mitte) und Santa Rosa und Villa Pando (im Südosten) an. Innerhalb dieser besitzen sie ein fast parallel gerichtetes, nordwest-südöstliches Streichen; nur der Hauptgang der ersteren Ganggruppe, der La Luz-Gang, streicht etwa nordsüdlich. Goldführend sind die Gänge bei Santa Rosa und Villa Pando, sowie die Veta Madre in ihrem mittleren Teile; im übrigen gilt das Gebiet als ein Silbererzdistrikt. Das Grundgebirge besteht aus metamorphen, sehr annähernd parallel den Gängen streichenden und etwa 40—50° SW. einfallenden Gesteinen unbekannten Alters, als welche Hornblende- und Chloritschiefer, Serpentine, Tonschiefer, Kalkschiefer, übergehend in Kalksteine, Grauwacken und Konglomerate aufgeführt werden, darüber ruht eine entgegengesetzt einfallende, sehr mannigfach zusammengesetzte, teilweise aus recht groben Bruchstücken von Eruptivgesteinen bestehende pliocäne Breccie mit rotem, eisen-

schüssig-tonigem Zement. Sie ist mindestens 600 m mächtig. Diese Gesteine bilden in der Hauptsache das Nebengestein der Veta Madre. Die Gänge von La Luz sollen in älteren Gesteinen aufsetzen, die von Tilmann als „Diorit“ und „Grünstein“ bezeichnet werden, mindestens teilweise aber wohl Propylit sind. Die goldführenden Gänge von Santa Rosa und Villa Pando durchsetzen hauptsächlich Rhyolith. Der südliche Teil des Gebietes wird von alluvialem Sandstein bedeckt.

Der wichtigste Erzgang und einer der großartigsten Gänge auf der Erde überhaupt ist die Veta Madre; sie durchschneidet die Schieferformation in ihrem nordwestlichen Teile unter sehr spitzem Winkel, so daß sie früher wohl als ein Lagergang bezeichnet worden ist. Dort, wo sie ihre mächtigste Breite — auf der Grube Valenciana bis zu 150 m — besitzt, bildet das ältere Gestein ihr Liegendes, das rote Konglomerat ihr Hangendes; sie besteht hier aus einem System von 8—10 1,5—5 m mächtigen, im Streichen und Fallen sich wieder vereinigenden Gängen, auf welchen die Gruben Sirena, Rayas, Mellado, Cata und Valenciana gegründet sind. Die Struktur der Gänge ist gebändert oder mitunter auch brecciös. Die Hauptgangart der Veta Madre ist der häufig als schön kristallisierter Amethyst ausgebildete Quarz, daneben Kalkspat. Die Erze bilden seltener derbe Massen, sondern sind mit dem Quarz innig verwachsen oder treten als Anflug und Überzug in der Gangmasse oder auf den Nebengesteinsbruchstücken auf. Schöne Drusen sind häufig. Gediegen Silber und Silberglanz, ferner der seltene Stephanit, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Pyrit, Blende, Bleiglanz, Kupferkies und Fahlerz sind die Erze, Braunspat, Dolomit, Rhodonit, weniger häufig Gips, Eisenspat, Flußspat, Asbest und prächtige Kristallisationen von Apophyllit werden als weitere Gangarten genannt. Schwerspat fehlt, und ebensowenig spielt Hornsilber zu Guanajuato eine Rolle. Auf der Rayas-Grube enthält der Quarz in feiner Verteilung nicht selten bemerkenswerte Mengen Freigold. Zu Valenciana fand sich Orthoklas, der wegen kristallographischer Eigentümlichkeiten als Valencianit bezeichnet wurde.

Die großartigste Grubenanlage Mexikos ist die durch ihren mächtigen Schacht berühmte, im Jahre 1760 gegründete 622 m tiefe Valenciana-Grube. Auf ihr erreichte man im Jahre 1766 die Reicherzzone in einer Teufe von 80 m. Der Silbergehalt des Erzes der Veta Madre war 1865 ungefähr 0,14 %, der Goldgehalt 11 g (0,0011 %) in der Tonne. Die Produktion der Valenciana betrug zur Zeit hoher Blüte zwischen 1788 und 1824 im ganzen über 137 Mill. Mark bei einem Reingewinn von fast 52 Mill. Mark. Nicht nur auf der Valenciana, sondern auch auf der Melladogrube, welche samt der Rayas-Grube schon im Jahre 1558 eröffnet worden ist, stellte sich in der Teufe eine Verunedelung unter Überhandnahme der bleiischen und antimonischen Erze ein. Die Gesamtproduktion aus der Veta Madre bis zu seiner Zeit bezifferte von Humboldt auf 1600 Mill. Mark.

Der hauptsächlichste Gang von La Luz, auf welchem die Grube dieses Namens baut, führt Quarz und Kalkspat in schönen Drusen und viel grüne, talkig zersetzte, von edlen Silbererzen durchwachsene Gesteinsmassen („jabones“ = Seifen). Die La Luz-Grube war eine zeitlang eine der reichsten Mexikos; sie

wurde erst im Jahre 1840 eröffnet und hatte innerhalb einer Teufe von 175 m bis 1889 schon für fast 600 Mill. Mark Erze gefördert. In den beiden Erzmitteln der Grube betrug der Silbergehalt über 4 kg (0,4 %) in der Tonne. Die reiche Erzführung begann auch hier erst in etwa 80 m Teufe. Die Grube Refugio hat prachtvolle Apophyllitstufen geliefert.

Die Gänge um Villa Pando und Santa Rosa, auf denen scheinbar ein wichtigerer Bergbau nicht mehr umgeht, sollen (im eisernen Hute?) in früheren Zeiten 41—106 g Gold pro Tonne ergeben haben.

Das im Jahre 1546 entdeckte Ganggebiet von **Zacatecas** ist in nordsüdlicher Richtung 15 km lang und dabei 12 km breit. Es liegt 500 km nordwestlich der Hauptstadt Mexiko in einem 2500 m hohen hügeligen Hochland. Die hauptsächlichsten Gesteine werden als ein grünlicher rhyolithischer Tuff und ein scheinbar hochgradig veränderter Andesit bezeichnet. In den Gruben stellt sich bei 240—300 m Teufe ein schwarzer Tonschiefer, durchsetzt mit Quarzlinsen, ein, in welchem die Gänge an Adel verlieren. Außerdem nehmen am Aufbau des Gebietes zahlreiche eruptive Durchbrüche, kretazeische Kalke, jurassische Tonschiefer und Schichten unbestimmten Alters, analog den von der Veta Madre zu Guanajuato durchsetzten, teil. Die roten pliocänen Breccien treten auch hier auf. Der größte Teil der Gänge streicht NW.—SO. und fällt gegen SW. ein. Sie gehören gleichfalls zu den zusammengesetzten.

Der weitaus längste Gang von Zacatecas ist die Veta Cantera. Sie läßt sich im Ausgehenden als ein 12—15, ja sogar über 30 m hohes Quarzriff mehr als 12 km weit verfolgen und zeigt eine besondere Eigentümlichkeit, indem sie bei Zacatecas selbst durch die Bufa, einen „Trachyt"hügel, auf etwa 1,5 km Länge fast rechtwinkelig zu ihrem Verlauf gegen Süden abgelenkt wird und dort einen anderen bedeutenden Gang, die Quebradilla, verwirft.[1]) Besonders gegen ihr nordwestliches Ende löst sie sich in einen, El Bote genannten Komplex von Gängen auf. Sie fällt unter 48° gegen Süden ein und besitzt eine Mächtigkeit von 5—30 m. Sie ist dort reich, wo an sich arme Klüfte aus nordöstlicher Richtung an sie heransetzen. Die reichen Silbererze finden sich besonders in den hangenden Partieen des Ganges und werden 2—6 m mächtig. Außer Silberglanz, etwas Rotgiltigerz und anderen Silbererzen, die hier gleichfalls von Bleiglanz, Zinkblende usw. begleitet werden, kommt auf der Grube Bote auch spärliches Freigold zusammen mit Pyrit vor. Gediegen Silber, Chlor- und Bromsilber finden sich in den oberen Teufen. Das Liegende der Veta Cantera bildet grauer Schiefer, das Hangende das rote Konglomerat. Der reichste Gang von Zacatecas ist indessen die Veta Grande, die von 1548—1832 gegen 3 Milliarden Mark Silberwert geliefert haben soll. Andere Silberminen bei Zacatecas sind diejenigen von Malanoche, San Clemente, San Bernabé, San Miguel und San Luis. Über die südlich der Veta Cantera gegen den Eruptivstock der Mesa zu gelegenen etwas goldführenden, noch wenig erschlossenen Gänge hat Halse ausführlicher berichtet.

Auch Zacatecas hat große Silberschätze gefördert. So gibt z. B. Laur an, daß die wichtigste Grube des Bezirks, Quebradillas, allein von 1854—1863

[1]) Ramirez, l. c., 75, 600.



nicht weniger als 54651 t Erz geliefert hat, aus denen 81045 kg Silber gewonnen wurden. Derselbe berechnet den durchschnittlichen Silbergehalt der Veta Grande zu 0,206 %.

Der Silberdistrikt von Pánuco bei Zacatecas war einer der ersten, der von den Spaniern bearbeitet wurde; nach Ramirez enthielten die Erze einen nennenswerten Goldgehalt. Weitere Silber produzierende Distrikte im Staate Zacatecas sind Pinos, Sombrerete, Mazapil, Nieves, Ojo Caliente, Juchipila, Villanueva und **Fresnillo.** Die Silbergruben bei Fresnillo, nordwestlich von Zacatecas, hatten eine große Bedeutung besonders zu Proaño, wo mehr als 50 Gänge bekannt wurden. Die geologischen Verhältnisse sind dort ähnliche wie zu Zacatecas; die Gänge streichen O.—W. und fallen meistens gegen N. ein. Soweit für 27 Betriebsjahre im Zeitraume zwischen 1833 und 1863 Zusammenstellungen vorliegen, hat die Silberproduktion von Fresnillo innerhalb jener Jahre 902258 kg bei einem durchschnittlichen Gehalt der Erze von 0,1 % betragen. Die Gruben wurden 1824 eröffnet und zeigten bis 1863, wo sie eine Teufe von 405 m erreicht hatten, eine stete Abnahme des Silbergehaltes, wie sich aus folgender, von Laur mitgeteilter Tabelle ergibt:

1835 . . .	0,225 %	1849 . . .	0,078 %	1859 . . .	0,062 %
1839 . . .	0,146 „	1854 . . .	0,063 „	1863 . . .	0,056 „
1844 . . .	0,115 „				

Ein wichtiger Erzdistrikt im Staate Zacatecas war weiterhin Mazapil, wo um 1880 140 Gruben arbeiteten. Außer Silber und Gold finden sich dort Lagerstätten von Kupfer, Brauneisenerz, Magnetit, Eisenglanz, Bleiglanz, Zinnober usw. Auf der Grube Candelaria zu Pinos haben die Silbererzgänge einen nennenswerten Goldgehalt. Zu **Sombrerete,** im XVIII. Jahrhundert durch Reichtum berühmt, wird ein Kalksteingebirge von jungeruptiven Gesteinen durchbrochen; die wichtigsten, jetzt unter Wasser stehenden Baue waren diejenigen auf der Veta Pabellon und Veta Negra. Die Füllung dieser Gänge war quarzig.

Im Staate Guerrero liegt, südlich von Mexiko, u. a. der Grubenbezirk von **Tasco,** 1600 m ü. d. M. Kretazeische, O.—W. streichende Schiefer und Kalksteine bilden in weiter Ausdehnung das Bergland; in der ferneren Umgebung treten Gneise und andere kristalline Schiefer auf, die von jungen Eruptivmassen (Andesit und Rhyolith) durchbrochen werden. Der dortige Bergbau wurde begründet und erreichte seine größte Blüte im XVIII. Jahrhundert. Die zahlreichen Gänge besitzen eine quarzige und kalkige Füllung mit Bleiglanz, Blende, Markasit, Pyrit, Kupferkies und edlen Silbererzen, im Ausstriche mit gediegen Silber; auf manchen Gängen ist Zinkblende besonders massenhaft vorhanden, während dann Pyrit und Markasit zurücktreten. Ihr Nebengestein bilden Tonschiefer, ihre Mächtigkeit beträgt durchschnittlich nur 1 m, im Streichen und Fallen sind sie unbeständig. Auch hier unterscheidet man die drei Erzzonen: colorados (im Ausstriche), die negros (silberreichen Sulfide) und die einstweilen unproduktive Teufe. Die Ausstrichzone reicht nur bis zu durchschnittlich 40 m und besitzt einen Silbergehalt von 0,08—0,25 %. Die reichen negros sind bis zu weiteren 60 m zu verfolgen und führen 0,3 % Silber, darunter folgt silberreicher Bleiglanz, Blende und wenig Pyrit mit 0,075 bis 0,12 % Silber, während endlich bei etwa 210 m die völlige Verarmung eintritt. Eine Anzahl Gruben ist jetzt noch bei Tasco (um Tehuilotepec) im Betrieb.

Im Staate **San Luis Potosi** liegen die Gruben von San Pedro bei San Luis, von Guadalcázar, Catorce, Matehuala, Cedral, Maroma, Charcas, Durazno, Ramos und Salinas. San Pedro war besonders im XVI. Jahrhundert sehr ergiebig; die Lagerstätten bilden nicht Gänge, sondern unförmige Massen im Kalkstein, Taschen und Höhlenfüllungen, die durch schmale Gänge miteinander verbunden sind. Sie führen sekundäre Bleierze, wie Weißbleierz, Grün- und

Gelbbleierz, ferner Bleiglanz, Arsenverbindungen, gediegen Silber, Chlorsilber usw. Scheinbar gehören diese Lagerstätten zu den metasomatischen. Guadalcázar wurde um 1615 gegründet; Silber- und Quecksilbererze sind dort verbreitet, die ersteren nach Ramirez in Eruptivgesteinen, die letzteren in Kalkstein. Die Silbererzgänge von Catorce setzen in einem aus teilweise jurassischem Schiefer, Sandsteinen und Kalk gebildeten, isoliert aus der Ebene aufsteigenden Berg von etwa 1500 m Höhe auf, der von 10—40 m mächtigen eruptiven Gesteinsgängen durchzogen wird. Die mehrere Kilometer langen Erzgänge durchschneiden teilweise die Gesteinsgänge; der große Gang San Agustin erreicht mehr als 12 m Mächtigkeit und ist im Ausstrich über 3 km weit zu verfolgen. Verschiedenartige edle Silbererze bilden den Reichtum der Gänge. Den Ertrag der Minen von Catorce zwischen 1778 und 1810 schätzt man auf 16 Mill. Mark.

Ein alter Silberbergbau ist neuerdings wieder zu St. Barbara bei **Parral** nahe der Südgrenze des Staates Chihuahua eröffnet worden. Nach Weed besteht das Nebengestein der Gänge besonders aus Tonschiefern, die stellenweise von Rhyolithen durchsetzt werden. Die Gänge haben eine brecciöse Struktur und führen hauptsächlich Bleiglanz mit quarziger Gangart, daneben Pyrit, Blende und scheinbar etwas Kalkspat, Flußspat und Stilbit. Der Silbergehalt des frischen Erzes scheint nur ein geringer, der Goldgehalt ein unbedeutender zu sein. Südwestlich von Parral bei Guadalupe und Calvo werden mächtige goldführende Quarzgänge von den Gruben Rosario und Independencia abgebaut. Der Gang der letzteren enthält durchschnittlich 36 g Gold und über 500 g (0,05 %) Silber in der Tonne neben Bleiglanz, Blende und etwas Kupferkies. Das Nebengestein der Gänge bildet Andesit. Andere Gold- und Silbervorkommnisse in den mexikanischen Nordweststaaten, wie diejenigen von Palmarito in der Sierra Pinitos und diejenigen der Sierra Azul hat Weed beschrieben, über die Chipioneña-Silbergrube bei Matapé im Staate Sonora machte Halse ausführlichere Angaben. Die zuletzt erwähnten Vorkommnisse treten teilweise in Granit auf. Wegen der weniger wichtigen Silbererzgänge von Santa Cruz de Alaya im Staate Sinaloa und von Santiago Papasquiero und San Dimas in Durango kann auf Halses Mitteilungen verwiesen werden.

Einige Goldsilbererzgänge Mexikos sind früher erwähnt worden.

Peru[1]) ist sehr reich an Silbererzgängen, die indessen nur zum kleinen Teil auf längere oder kürzere Zeit abgebaut worden sind. Die wichtigsten liegen in den Departements Junin, Ancachs und Cajamarca. Samt den Goldminen, die nach den alten spanischen Berichten den Incas ungeheure Schätze geliefert haben sollen, heute aber geringe Bedeutung haben, sind die Silberminen schon in früherer Zeit, nachweislich schon um 1530, durch die spanischen Einwanderer und die Eingeborenen in Angriff genommen worden. Man hat die gesamte Silberproduktion Perus von 1533—1875 auf 31222000 kg im Werte von über $5^1/_2$ Millarden Mark geschätzt. Sie betrug im Jahre 1903 54430 kg neben einer Goldproduktion von nur 1963 kg.

Den Reichtum der peruanischen Silbererzlagerstätten bilden wiederum die oberen Reicherzzonen sowohl in den Gängen, wie in dem innerhalb und längs der meist zusammengesetzten Trümerzüge hochgradig und auf ziemliche Breite

[1]) Kohlmorgen, Berg- und hüttenmännische Mitteilungen über die Provinz Tarma in Peru; Zeitschr. f. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes., XXXVIII, 1890, 302—317. — Haber, Bergbau- und Hüttenindustrie im mittleren Peru im Jahre 1890; ebenda XL, 1892, 187—223.



hin verwitterten Nebengestein. Die eisenschüssigen, teilweise erst in einiger Tiefe reicheren sekundären Massen heissen hier die cascajos, was dasselbe bedeutet wie „colorados“ in Mexiko oder die im übrigen Südamerika gleichfalls gebrauchte Bezeichnung „pacos“.[1]) Innerhalb dieser findet sich das Silbererz mitunter in sehr ergiebigen Anreicherungen (bolsas), welche einige Zeit lang in Raubbau unter Hinterlassung mächtiger, später zusammenstürzender Weitungsbaue herausgeholt wurden. Die darunter auftretenden sulfidischen Erze bezeichnet man als bronzes, wenn sie aus Kupferkies und insbesondere aus Pyrit bestehen, als pavonados, wenn Fahlerz in reicheren Massen einbricht. In Hinsicht auf ihre Amalgamationsfähigkeit, die durch Chlorinierung gefördert werden muss, wenn das Silber ganz oder teilweise an Schwefel, Arsen und Antimon gebunden ist (der sogen. Patio-Prozeß), unterscheidet man die pacos als metales calidos von den nicht direkt amalgamationsfähigen bronzes und pavonados, den metales frios.

Die berühmteste Silbererzlagerstätte Perus und eine der großartigsten Amerikas überhaupt ist der **Cerro de Pasco.**[2]) Er möge hier seine Besprechung finden, wenn auch auf ihm der Bergbau fast nur die sekundären Anreicherungen des eisernen Hutes ausbeutet und über den Zustand der Erze in der Teufe wenig Sicheres bekannt ist. Das Silbererzvorkommen des Cerro de Pasco besteht wahrscheinlich in einem Komplex oberflächlich samt ihrem mit Erz imprägnierten Nebengestein hochgradig verwitterter zusammengesetzter Gänge, die besonders in jurassischen oder kretazeischen Schiefern, Sandsteinen und Kalken in der Nachbarschaft von Quarzandesitdurchbrüchen auftreten. Der Goldgehalt auch der sekundär angereicherten Erze ist nur ein geringer.

Der Cerro de Pasco liegt nördlich der Departements-Hauptstadt Junin im nördlichen Teile des dort bis über 4300 m sich erhebenden Hochlandes, 250 km nordöstlich von der Hauptstadt Lima und ist mit dieser durch die berühmte Andenbahn verbunden. In ihm vereinigt sich die Westkordillere, die den flachen Küstenstrich, und die Ostkordillere, welche das fruchtbare Amazonasgebiet von der Hochebene trennt. In derselben Gegend liegen andere Silbererz-

---

[1]) Das der Indianer- (Quichua-) Sprache entlehnte Wort bedeutet rot, gelbrot.

[2]) Rivero, Memoria sobre el rico mineral de Pasco, 1828. — Raimondi, Memoria sobre el Cerro de Pasco, Lima 1885. — Ders., El departamento de Ancachs y sus riquezas minerales, Lima 1873, 305—593. — Ders., Les minéraux du Pérou, 1878. — Percy, Metallurgy; Silver and gold, part. I, 1880, 649—656. — du Chatenet, Etat actuel de l'industrie minérale dans le Cerro de Pasco; Ann. d. Mines (7), XIX, 1881, 61—91. — The Cerro de Pasco silver mines and the Callao-Lima and Oroya railway of Peru; Eng. Min. Journ. XXVI, 1878, 435—437. — d'Achiardi, I metalli, I, 187—188. — Hodges, Notes on the topography and geology of the Cerro de Pasco, Peru; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 729—753. — Pfordte, The Cerro de Pasco mining industry; ebenda, XXIV, 1895, 107—121. — Fort, Asiento mineral del Cerro de Pasco; Ann. de Constr. civil., Min. e Ind. d. Peru (2), I, 1901, No. 1. — Torrico y Mesa, Memoria acerca de las riquezas minerales de la provincia de Cajatambo y especial de los Cerros de Chanca; ebenda, No. 2. — Die schwer zugängliche spanische Literatur über den Cerro de Pasco zitiert Fort.

gruben, wie die jetzt fast aufgelassene von Colquijirca, und die ehedem für das Land sehr wichtigen, jetzt gleichfalls bedeutungslosen Quecksilberlagerstätten von Huancavelica. Gegen Norden, Osten und teilweise gegen Süden besteht die engere und weitere Umgebung des Gangdistriktes aus wahrscheinlich kretazeischem Kalkstein. Auch in ihm setzen Gänge auf, wie der nur wenig abgebaute 1,8—3 m mächtige Gang am Pariajirca-Berg, welcher silberreiches Fahlerz und andere Sulfide enthält. Gegen Westen zu wird der Kalkstein von den steileinfallenden erzführenden Schiefern und Sandsteinen unterteuft, jenseits welcher z. T. gangförmige Massen von Quarzbiotitandesit in etwa nordsüdlicher Erstreckung die Begrenzung des Ganggebietes bilden. Die noch weiter westlich folgenden Schiefer enthalten keine Gänge mehr. Wo das Eruptivgestein an die Erzzone angrenzt, ist es hochgradig kaolinisiert, z. T. pyritführend und enthält Bruchstücke der Sedimentgesteine. Ein vorzugsweise aus Kalkbruchstücken bestehendes Trümmergestein bildet stellenweise die jüngste Bedeckung der Gegend.

Die erzführende Schieferzone, der eigentliche Cerro de Pasco, hat eine Länge von ungefähr 2,5 und eine Breite von über 1 km. Er ist von vielen Schürfen und fortwährend niederbrechenden Stollen und Pingen bis zu einer Tiefe von 100 m durchwühlt, weshalb die ursprünglichen Lagerungsverhältnisse stark gestört und undeutlich geworden sind. Stellenweise erkennt man, daß an der Schieferzone auch Sandstein-, Quarzit- und untergeordnet Kalkbänke beteiligt sind. Vereinzelte Funde von Trigonien haben eine unsichere Altersbestimmung zugelassen. Das zwischen dem Kalkstein und Andesit liegende, etwa N.—S. streichende, nach Norden zu sich verschmälernde erzführende Terrain besteht am Tage aus brecciösen, hochgradig verwitterten oder verkieselten, durch Eisen- und Mangan-Oxyde rot, gelb, braun und schwarz gefärbten Massen von Nebengestein und chalcedonartigem, oft schlackig zerfressenem Gangquarz, der teilweise frischere Pyritpartieen umschliesst. Nach der Teufe zu wird der Quarz sandiger oder zuckerkörnig. Im westlichen Teil sind die Massen mehr quarzig, im östlichen mehr tonig; hier enthalten sie das Silber mehr in nesterartigen Anreicherungen, im Quarz in mehr gleichmäßiger Verteilung. Die eisenschüssig-quarzigen Massen mit gleichmäßigem Silbergehalt werden am Cerro de Pasco als „cascajo“ bezeichnet. Das meistens unsichtbare Edelmetall tritt zum größten Teile in gediegenem Zustande, untergeordneter als Sulfid auf und begleitet stellenweise Pyrit; in einiger Teufe finden sich Kupferkarbonate, Weißbleierz, Kupferkies, Bleiglanz, Fahlerz und (?) Bournonit, weniger häufig Buntkupfererz und Arsenkies. Das Verhältnis zwischen Bleiglanz und Kupferkies ist ein örtlich wechselndes. Auch Sternbergit wird erwähnt. Zink lässt sich chemisch nachweisen, ist als Zinkblende indessen selten. Die Zusammensetzung dieser pacos ist eine schwankende, im ganzen ist der cascajo arm an wertvolleren Metallen; eine typische Analyse zeigt:

SiO_2	72,00	$PbCO_3$	1,25	Sb	0,25
Al_2O_3	6,50	$CaCO_3$, $MgCO_3$	1,50	As	Spur
Fe_2O_3	13,50	Mn_2O_3	0,55	S in SO_3	0,30
FeO	0,50	Zn	0,40	Ag	Spuren u. mehr.
FeS_2	2,00	Cu	0,05		



Mit der Teufe nehmen die Sulfide und der Silbergehalt über dem Grundwasserspiegel im ganzen zu; Pyrit bildet das hauptsächlichste Sulfid in den weniger zersetzten Teilen der Lagerstätten, Gold ist spurenweise vorhanden, und in sehr geringen Qualitäten ist auch Thallium nachweisbar. Der Silbergehalt der cascajos beträgt im Durchschnitt 0,4—0,5 %.

Die Grenze zwischen dem oberflächlich zersetzten und dem frischen Nebengestein in der Teufe ist keine scharfe; Massen von cascajo kommen noch unterhalb von Anbrüchen des unzersetzten Schiefers vor. Die Verwitterung der Erze führt noch jetzt zur Bildung leicht löslicher Salze, die teilweise in guten Kristallisationen anzutreffen sind, wie Kupfer- und Eisenvitriol, und durch die Grubenwässer weggeführt werden. So ist das Wasser des 2500 m langen Quiulacocha-Stollens, der zwischen 1806 und 1852 getrieben wurde, reich beladen mit solchen Metallsalzen.

Im Jahre 1630 wurden die Silbererze angeblich durch einen indianischen Hirten entdeckt, der durch ein Feuer zufällig das Metall aus dem Boden schmolz. Seitdem findet am Cerro de Pasco intensiver Bergbau statt. Die größten Pingen und Tagebaue sind die „Tajos“ Sta. Rosa und Tingo mit etwa 16 und der Tajo Matagente mit etwa 3,5 ha Oberfläche und Tiefen bis zu 100 m. Der unterirdische Raubbau hat Weitungen von 45—60 m Länge, 15—22 m Breite und 4,5—7,5 m Höhe erzeugt. Die am Cerro de Pasco insgesamt gewonnene Silbermenge wird zu rund 1,5 Milliarden Mark angegeben. Wichtig für den Bergbau ist das Vorkommen von Kohlenablagerungen in seiner unmittelbaren Umgebung; im Jahre 1900 bestanden 103 Kohlengruben mit 648 ha Abbaufläche. Neuerdings hat der Silber-Bergbau unter dem Zutun ausländischer Gesellschaften einen lebhaften Aufschwung gewonnen.

Von den zahlreichen sonstigen Silbererzgängen des Hochlandes von Juni verdient noch besondere Erwähnung der Distrikt von **Colquijirca**[1]) etwa 6 km südwestlich vom Cerro de Pasco. Die dortigen beiden Erzgänge, an der Oberfläche als „zonas de mineralización“ von fast 2 km Länge verfolgbar, setzen in Sandsteinen und Quarziten auf und sind einem „Trachyt“-Durchbruch benachbart. Sie streichen konvergent und bestehen aus zahlreichen Trümern, längs deren und zwischen denen das Gestein oberflächlich in solchem Maße umgewandelt ist, daß man je einen Erzgang vor sich zu haben meint. So scheint der eine der Gänge bis zu 181 m Mächtigkeit zu erreichen. Nach Norden zu scharen sich die beiden Gangzüge zu einer scheinbar 100 m mächtigen Masse, welche als Condorcayán bezeichnet wird. Nach der Tiefe zu werden sie sehr viel weniger mächtig, indem dort der Trümerschwarm sich zu je einem Gangkörper zu vereinigen scheint. Die cascajos von Colquijirca sind vor langen Zeiten sehr intensiv im Tagebau ausgebeutet worden. Als Erze werden genannt Kupferkies, der in der Tiefe bis zu 20 % Silber umschließen soll, Pyrit, wenig Bleiglanz, spärliche Blende und gediegen Silber; die Gangart bildet kompakter, eisenschüssiger Quarz („pedernal“). Wie am Cerro de Pasco, so ist auch hier ein großer Kupfergehalt bemerkenswert.

Die Gänge von Vinchos, 40 km vom Cerro de Pasco entfernt, setzen in Mergeln auf und führen große Mengen Bleiglanz und Blende und wenig Kupferkies samt Sulfosalzen („pavonados“), gediegen Silber und Rotgiltigerz. Die wichtigste Mine war die Grube Candelaria.

Die sehr zahlreichen Silbererzgänge des Departements **Ancachs**, zu deren wichtigsten diejenigen von Recuay in der Provinz Huaraz gehören, sind ausgezeichnet durch das reichliche Auftreten von Kupfer- und Bleisulfantimoniden,

[1]) Siehe ausführlicheres nach Rizo Patrón bei Fort, l. c. 134 ff.

wie Fahlerz — das auch als Arsen-Antimon- und Arsenfahlerz einbricht — Bournonit, Boulangerit, Berthierit, Jamesonit, ferner Antimonit, Bleiglanz, Zinkblende, die alle von einem Silbergehalt begleitet sind. Die edlen Silbererze sind seltener.

Neben den Silbererzgängen des Cerro de Pasco sind in Peru diejenigen in der Provinz **Hualgayoc**[1]) (Depart. Cajamarca) am wichtigsten gewesen. Sie liegen ungefähr 180 km vom Stillen Ozean auf der Wasserscheide der Kordillere in 3550 m Seehöhe. Die Erze bilden scheinbar eine Trümerzone oder zusammengesetzte Gänge in einem Andesitgang, welcher seinerseits das aus jurassischem Kalk und dünnen mergeligen Zwischenlagen bestehende Gebirge durchbricht. Die Mächtigkeit der Trümer und Gänge schwankt zwischen Papierdicke und 2 m, ihr Silbergehalt beträgt zwischen 0,15 und 0,5 $^0/_0$. Die Erzführung ist nach Siegemann in den einzelnen Trümern eine ziemlich gleichmäßige und besteht aus Pyrit, Arsenkies, mit denen auch das Nebengestein durchwachsen ist, Bleiglanz, Bournonit, Fahlerzen und Rotgiltigerz. In den jurassischen Kalksteinen treten scheinbar metasomatische Lagerstätten von silberhaltigem Bleiglanz auf. Man hat im Raubbau besonders die edlen Erze der Ausstrichzonen ausgebeutet und soll um den Beginn des XIX. Jahrhunderts jährlich für 5 Mill. Mark Silber gewonnen haben; im Jahre 1886 besaß die Förderung nur noch einen Wert von ungefähr 350000 Mark, nachdem der Reichtum der Erze mit fortschreitender Tiefe immer mehr abgenommen hatte.

In Bolivien dürften die Gänge von **Aullagas**[2]) bei Colquechaca östlich vom Titicacasee hierher zu stellen sein. Die Gruben liegen fast 5300 m hoch. Sie haben prächtige Kristalle von Rotgiltigerz geliefert und führen außerdem gediegen Silber, Silberglanz, Stephanit, Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit und Spuren von Nickel und Gold neben Quarz als hauptsächlicher und Braunspat als untergeordneter Gangart. Aullagas soll im Jahre 1883 91800 kg Silber gefördert haben.

Japan ist reich an Silbererzgängen. Sie scheinen teilweise dem Typus der Schemnitzer Gänge, des Comstock Lode usw. zu entsprechen, indem sie gleichfalls an die dortigen weitverbreiteten jungen Eruptivgesteine oder deren Umgebung gebunden sind. Die Silbererzgänge von **Innai**,[3]) im Bezirk Akita und im Norden der japanischen Hauptinsel gelegen, haben nach Rösing insofern eine merkwürdige Zusammensetzung, als sie sehr reich an Manganblende und anderen Manganverbindungen sind. Der Berg Daïsendake und die übrigen steilen Höhen, welche von den Erzgängen durchzogen werden, bestehen nach dem offiziellen Bericht aus Augitpropylit. Die zahlreichen Gänge sind zusammengesetzte; ein aus vier Gängen bestehender Hauptgangzug ist jetzt der Gegenstand des Abbaues. Ihre Füllung wird in der Hauptsache von Quarz und Kalkspat gebildet; letzterer ist im allgemeinen die ältere Gangart, die edlen Silbererze sind besonders an den Quarz gebunden. Sie bestehen aus Silberglanz und z. T. schön kristallisiertem Stephanit, seltener aus Rotgiltigerz. Daneben brechen Bleiglanz,

[1]) Siegemann, Vorkommen, Gewinnung und Verarbeitung von Erzen in Hualgayoc (Peru); Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes, XXXVIII, 1890, 255—260.

[2]) Reck, Geographie und Statistik der Republik Bolivia; Peterm. Mitt., 1867, 247. — Stelzner, Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLIX, 1897, bes. 89—90. — Peele, The silver mines of Colquechaca, Bolivia; Eng. Min. Journ., LVII, 1894, 78—79, 100—101.

[3]) Rösing, Die Erzgänge von Innai; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIV, 1882, 427—429. — Les mines du Japon, Paris 1900, 24—37. — Godfrey, Notes on the geology of Japan; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXIV, 1878, 542—555.

Kupferkies, Zinkblende und Schwefelkies ein. Manganblende tritt in großen Massen auf und ist ein treuer Begleiter von Silberglanz, wie in ähnlicher Weise auch der Manganspat und manganhaltige Kalkspat (und ? Rhodonit) reiche Silberanbrüche kennzeichnen. Schwerspat fehlt, Aragonit und Braunspat erwähnt Rösing. Die Mächtigkeit des bedeutendsten der vier genannten, unter 70 bis 90° einfallenden Gänge beträgt 0,6—5,5, ja sogar 10 m. Der Silbergehalt des Reicherzes wird zu 0,79, derjenige des Mittelerzes zu 0,05 % bei etwa 10 % Zink angegeben. Der Goldgehalt in ersterem soll 100 g in der Tonne betragen. Innai war im Jahre 1897 mit einer Produktion von 13585 kg Silber und 84 kg Gold die wichtigste Silbermine Japans. Sie soll Ende des XVI. Jahrhunderts entdeckt worden sein.

Eine andere Silbermine im gleichen Bezirk ist die von Kosaka,[1]) die hochgradig zersetzte erdige Gangausstriche abbaut. Diese bestehen hauptsächlich aus sekundären schwarzen Kupfererzen mit einem hohen Gehalt an Blei und Zink und aus quarziger Gangart; die an gediegen Kupfer, Kupfer- und Bleikarbonaten, an Pyromorphit, Calamin usw. reiche oberste Ausstrichzone besitzt einen mittelmäßigen Silbergehalt und führt ein wenig Gold. In der Teufe scheinen die Lagerstätten in Gänge der kiesigen Bleiformation mit geringem Silbergehalt überzugehen. Kosaka produzierte 1897 etwa 6100 kg Silber und 123 t Kupfer. Auch diese Lagerstätten setzen in tertiären eruptiven Gebilden auf.

Auf der Insel **Sado** liegen die Silbergoldminen von Aïkawa;[2]) die drei quarzigen Hauptgänge führen außer Gold und edlen Silbererzen insbesondere auch Kupferkies und setzen in wechsellagernden tertiären Schiefertonen und Tuffen auf; jünger als diese Sedimente ist ein Augitpropylit vom Aussehen eines Diabasporphyrits. Die Gänge erfüllen Verwerfungsspalten, die jünger sind als das Eruptivgestein. Sado produzierte im Jahre 1897 207 kg Gold und 2863 kg Silber samt 61 t Kupfer und wenig Blei.

Andere ergiebige Silberdistrikte Japans sind diejenigen von Mozumi und Kamioka im Bezirk Gifu und von **Ikuno**,[3]) westlich von Tokyo. Quarztrachyte, Propylite, Basalte und Tuffe herrschen in letzterem Minendistrikt. Die zahlreichen, teilweise einige Kilometer langen Gänge durchsetzen scheinbar Rhyolith und Tuffe und führen in der Hauptsache die Erze der kiesigen Bleiformation mit reichlichem Kupferkies und anderen Kupfererzen (Fahlerz, Buntkupferkies, Bournonit) samt einem bemerkenswerten Silber- und einigem Goldgehalt. Je nach dem Verhältnis zwischen den edleren Silbererzen und den weniger wertvollen Begleitern kann man zwischen Silber- und Kupfererzgängen unterscheiden. Gediegen Silber, Silberglanz und dunkles Rotgiltigerz sind die hauptsächlichsten Träger des Edelmetallgehaltes. Der Bergbau von Ikuno stammt vielleicht schon aus dem IX. Jahrhundert. Er lieferte im Jahre 1897 3941 kg Silber, 112 kg Gold und 83 t Kupfer.

Die gesamte Edelmetallproduktion Japans betrug im Jahre 1903 3010 kg Gold und etwa 55000 kg Silber gegenüber 702 bezw. 60389 kg im Jahre 1892.

---

[1]) Mines du Japon, 38—55.
[2]) Ebenda 1—23.
[3]) Ebenda 76—92.

B. Die Silberkalkspatgänge.

* Eine wenig zahlreiche, indessen in mehreren Gliedern sehr wohl charakterisierte Gruppe von Silbererzgängen ist diejenige mit Kalkspat als vorwiegender Gangart. Edle Silbererze werden von den gewöhnlichen Sulfiden und Sulfarseniden begleitet und auf diesen Gängen bis in die bis jetzt erreichten, mitunter nicht unbeträchtlichen Teufen angetroffen; sie gehören dann zweifellos zur primären Gangfüllung. In Kongsberg bildet gediegen Silber das hauptsächlichste Silbererz. Bemerkenswert ist das Vorkommen von gediegen Arsen, Antimon, Nickel- und Kobalterzen, von bituminösen Substanzen und von Zeolithen auf mehreren dieser Gänge. Teilweise setzen sie nachgewiesenermaßen in der Nähe von Graniten auf und zeigen sich oft besonders empfänglich für eine Veredelung innerhalb gewisser Nebengesteine, insbesondere wenn diese selbst erzführend (Fahlbänder) sind. *

St. Andreasberg[1]) im westlichen Harz liegt in ungefähr 600 m Höhe am Südabhange des Brockengebirges, dessen Granit bis fast unmittelbar an die Silber-

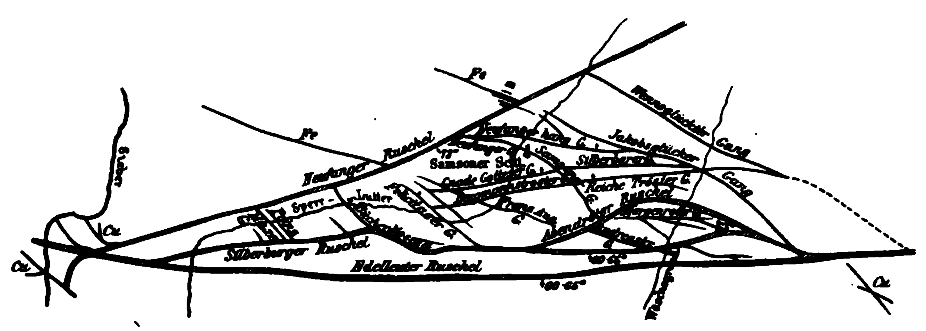


Fig. 156. Das Ganggebiet von St. Andreasberg. (Kayser, 1881 und Klockmann, 1895.)

erzgänge heranreicht, weshalb die letzteren noch teilweise innerhalb seines Kontaktbereiches aufsetzen. Trotzdem kann ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen der Eruption des Granites und dem Silbererzvorkommen nicht behauptet werden. Das Nebengestein der Andreasberger Erzgänge bilden die silurischen Wieder Schiefer, d. s. splitterig brechende Tonschiefer mit kalkigen und quarzitischen Einlagerungen und mit Einschaltungen von lagerförmigen Massen körnigen Diabases, der zwar da und dort auch das Nebengestein der Erzgänge bildet, im übrigen indessen hauptsächlich im Süden des Gangdistriktes entwickelt

[1]) Herm. Credner, Geognostische Beschreibung des Bergwerksdistriktes von St. Andreasberg; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVII, 1865, 163—231, Lit. — Kayser, Über das Spaltensystem am SW.-Abfall des Brockenmassivs, insbesondere in der Gegend von St. Andreasberg; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. für 1881, 412—454. — Lengemann, Über den früheren Betrieb, die gegenwärtige Lage und die Zunkunftsaussichten des staatlichen Silberbergbaues zu St. Andreasberg am Harze; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIX, 1891, 47—54. — Klockmann in: „Das Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes“, herausgeg. von Banniza, Klockmann, Lengemann und Sympher, 1895, 50—54. — Über die Mineralführung der Gänge siehe die Literaturnachweise in Lüdecke, Minerale des Harzes, 1896.

ist. Die Silbererzgänge sind einfache Gänge, die selten die Mächtigkeit von 0,5 m erreichen. Ihr Auftreten ist beschränkt auf eine keilförmige, etwa 5 km lange und kaum 1 km breite, zwischen zwei gegen Westen spitzwinkelig zueinander verlaufenden Störungen eingeschlossene Gebirgsscholle (Fig. 156). Die Störungen sind die gegen Norden zu gelegene, ONO.—WSW. streichende Neufanger und die südliche, beinahe O—W. verlaufende Edelleuter Ruschel, die sogen. Grenzruscheln. Es sind das bis zu 60 m mächtige Zonen schieferig lettiger, mit vielen Rutschflächen durchsetzter Massen; über die Art der mit ihnen verbundenen Gebirgsstörungen gehen die Ansichten auseinander, indem sie bald für Überschiebungen, bald für Verwerfer gehalten werden. Letztere Deutung trifft wohl am ehesten für die Edelleuter Ruschel zu, die nach Kaysers Aufnahmen u. a. das südliche Diabasgebiet gegen Norden zu fast glatt abschneidet. Die beiden Grenzruscheln sind durch den Bergbau auf einige Kilometer Erstreckung verfolgt worden. Im Gegensatz zu der früheren Auffassung wird das Verbreitungsgebiet der Silbererzlagerstätten gegen Osten zu nicht durch eine bogenförmige Umbiegung der Neufanger Ruschel, sondern durch den mächtigen, eine Hauptverwerfung darstellenden Wennsglückter Gang gebildet. Die große Wichtigkeit der Grenzruscheln besteht darin, daß sie gewissermaßen eine undurchdringliche Wand darstellen, über die hinaus die edle Silbererzführung nicht gelangt ist. Die Silbererzgänge zertrümern sich an ihnen. Die Hauptruscheln, zu denen innerhalb des Ganggebietes noch zwei andere, die Silberburger und die Abendröter kommen, fallen unter 55—75° gegen Süden ein.

Die Silbererzgänge haben, mit Ausnahme des Wennsglückter Ganges, nur eine untergeordnete Bedeutung als Verwerfer. Sie gehören zwei Richtungen an: die einen streichen nordwestlich und fallen nach NO., die anderen O.—W. und fallen nach N.; die wichtigsten der ersten Gruppen sind der Fünf-Bücher-Moseser, der Felicitaser, der Franz Auguster, der Samsoner, der Jakobsglücker und der Wennsglückter Gang; der Bergmannstroster, Gnade Gotteser und Katharina Neufanger Gang sind die bedeutendsten unter den letzteren, welche ungefähr parallel der Edelleuter Ruschel verlaufen. Sie sind jünger als die nach NW. gerichteten, denn sie werden von ihnen abgelenkt. Über die von den Ruscheln bewirkten Gangablenkungen wurde schon früher gesprochen (S. 494—495). Außerhalb der Grenzruscheln kommen wohl auch Erzgänge vor, es sind aber, soweit sie westlich und nordwestlich von Andreasberg auftreten, die schon beschriebenen Roteisensteingänge, während z. T. gegen Westen, gegen Südwesten und Süden ihre Füllung aus Schwerspat und Kupfererzen besteht — letzteres um so merkwürdiger, als Schwerspat auf den Andreasberger Silbererzgängen sozusagen unbekannt ist. Östlich von Andreasberg sind ehedem von der Grube Morgenstern NS. gerichtete Gänge der kiesigen Bleiformation und am Oderberg etwa WO. gerichtete mit Kobalt- und Nickelerzen abgebaut worden. Ferner seien hier noch die Bleiglanz-Kupferkiesgänge des Steinfeldes bei Braunlage[1]) erwähnt, die in den 30er Jahren des XIX. Jahrhunderts durchschürft worden sind.

[1]) Buchrucker, Der Steinfelder Bergbau bei Braunlage a. H.; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXX, 1871, 73—76.



Die Andreasberger Erzgänge gehören zu den berühmtesten Mineralfundstätten der Erde. Im großen ganzen sind es Gänge von silberhaltigem Bleiglanz und Fahlerz; von Zeit zu Zeit aber werden bis über mannsgroße Drusen aufgedeckt, welche voll sind von den wunderbarsten Kristallisationen, vor allem von edlen Silbererzen und Gangarten, besonders Kalkspat und Zeolithen. Das reichliche Einbrechen edler Erze scheint von keinem Gesetz abhängig zu sein.

* Bezüglich der Reihenfolge der primären Mineralbildung läßt sich nach den Beständen der Claustaler Sammlungen feststellen, daß dieselbe in vier Phasen vor sich gegangen ist, denen noch die Entstehung sekundärer Produkte folgte.

Gangart ist fast ausschließlich der zwei verschiedenen Bildungsperioden angehörende Kalkspat; teils entstand er in der allerersten Epoche der Gangfüllung, teils ist er eine der jüngsten Bildungen. Der wunderbare Formenreichtum, die Schönheit und Größe der Andreasberger Kalkspäte ist bekannt; die Clausthaler Sammlung besitzt zentnerschwere Stufen mit Kristallen von über 0,25 m Durchmesser. Der zuerst gebildete Kalkspat ist z. T. durch Bitumen grau oder braun gefärbt oder rötlich. Gleichen Alters mit ihm sind die einfachen Antimon-, Arsen-Erze und Sulfide: Gediegen Arsen, gediegen Antimon, Antimonsilber, Breithauptit (NiSb), Rotnickelkies, Speiskobalt, Arseneisen, hellbraune Zinkblende, Bleiglanz, untergeordnet Kupferkies, Pyrit und Magnetkies. Hierauf folgt Fahlerz (mit ca. 1 % Arsen und ca. 1,5 % Silber), stets zusammen mit Quarz, dessen Ansiedelung scheinbar mit einer Verdrängung von Kalkspat verbunden war, nochmals Kupferkies, Bleiglanz und sehr spärliche rote Blende. Um diese Zeit bildete sich gediegen Silber, und Millerit überkrustet manchmal das Fahlerz. In eine dritte Phase fällt die Umwandlung des Silbers in Stephanit und die Entstehung der Sulfantimonide und der Sulfarsenide: Pyrargyrit, seltener Proustit, Miargyrit, Feuerblende, Polybasit, Stephanit und Zundererz ([?] Xanthokon und [?] Bournonit), sowie von Antimonit und Silberglanz; der letztere ist wenigstens teilweise ein Umwandlungsprodukt aus Rotgiltigerz. Silberkies ist jünger als letzteres. Den Schluß der Reihe bildet dann wieder gediegen Silber, Realgar, Kermesit (?), jüngerer Kalkspat, die Zeolithe: Apophyllit, Analcim, Gmelinit, Groddeckit, Chabasit, Heulandit, Brewsterit, Harmotom, Desmin, Natrolith und Thomsonit, endlich Markasit, Malachit, Pharmakolith, Gänsekötigerz, Nickel- und Kobaltblüte, Hornsilber und Gips. Der Flußspat in rosenroten, grünen und farblosen prächtigen Kristallen gehört wohl meistenteils der zweiten Periode der Gangfüllung an, ist aber teilweise auch jünger als Rotgiltigerz und sogar als die Zeolithe. Kupferkies ist gleichfalls noch zu allerletzt eingewandert. Schwerspat gehört zu Andreasberg zu den Seltenheiten. Neuerdings fand sich auch Nakrit. In Klüften des Andreasberger Ganggebietes, teilweise auch auf den Gangspalten selbst, kommen verschiedene Silikate vor, nämlich grüner Granat, Epidot, Axinit und Albit („Zygadit"); sie sind wohl selbständige Bildungen, die durch den Kontakt der Tonschiefer mit benachbarten Eruptivgesteinen (Granit oder Diabas) entstanden sind. Der Zygadit ist beispielsweise das älteste der Mineralien, wenn er auf den Erzgängen vorkommt. *

Die Andreasberger Erze werden mit sonstigen Harzer Bleierzen auf der dortigen Silberhütte verarbeitet; von den Oberharzer Bleierzen unterscheiden sie sich schon durch ihren hohen Arsengehalt. Die eigentliche Silbererzproduktion der Grube Samson hat im Jahre 1903 nur 13 t betragen; der Wert einer Tonne Erz war 13800 Mark. Der Bergbau ist von erzgebirgischen Bergleuten begründet worden; er wird erst 1487 erwähnt. Im Jahre 1521 erhielt der Ort die Bergfreiheit und vorübergehend bestanden bald darauf 116 Gruben, die allmählich eingingen, so daß 1624 die Silberhütte wieder abgebrochen wurde. Erst von 1700—1730 erreichte der Bergbau mit einer jährlichen Ausbeute von etwa 20000 Taler eine gewisse Blüte, ist aber seitdem immer nur wenig er-

giebig gewesen und kann heute nur unter staatlicher Verwaltung aufrecht erhalten werden.

Nach Sandberger besteht die Gangfüllung des Wenzelganges im **Frohnbachthal**[1]) bei Wolfach im badischen Schwarzwald im großen ganzen aus folgender Mineralkombination: zuerst bildeten sich Quarz mit Antimonsilberfahlerz, Bleiglanz, Kalkspat und Dolomit, mit der Hauptmasse des Kupfers; dann folgte Kalkspat mit Antimonsilber und Bleiglanz, untergeordnet Kobalt- und Nickelerze wie Glaukopyrit, Antimonarsennickel und Wolfachit ($(Ni, Fe)(As, S, Sb)_2$); die dritte Generation bilden Schwerspat, Bleiglanz und Antimonsilber samt Dolomit; zum Schlusse folgen auch hier die edlen Silbererze, dunkles Rotgiltigerz, Feuerblende, Sprödglaserz, Polyargyrit und Silberglanz mit Kalkspat und jüngerem Schwerspat. Dazu kommen noch Kupferkies, teilweise als Überzug auf den Fahlerzkristallen, gediegen Silber, Millerit, Plagionit, Zinkblende, Pyrit, Antimonit, Antimonblüte, Flußspat, Gips und Gilbertit. Der Wenzelgang setzt in Renchgneis und diesem eingelagerten Amphiboliten auf; nur ganz untergeordnet bildet auch Schapbachgneis das Nebengestein. Nach Sandberger ist der Renchgneis der Erzführung günstig, der Amphibolit ungünstig. Der Gang ist 1400 m weit mit durchschnittlich NNW.—SSO. gerichtetem Streichen verfolgt und bis zur Teufe von etwa 80 m in Abbau genommen worden. Er ist ein Trümergang von nur geringer Mächtigkeit; ein etwa 80 m langes Haupterzmittel ergab größere Massen von edlen Silbererzen im Werte von 300 Mark pr. qm Gangfläche. Der Wenzelgang wurde schon vor Jahrhunderten in Abbau genommen, aber erst seit 1760 datierte eine bis 1818 dauernde Periode teilweise sehr reicher Erträgnisse; während dieser Zeit lieferte der Gang hauptsächlich Silber, daneben viel untergeordneter auch Kupfer und Blei im Gesamtwerte von über 700000 Mark.

In der Gegend von **Weilmünster** und **Runkel**[2]) in Nassau sind früher in Tonschiefer, Diabas und Schalstein aufsetzende Gänge mit Quarz, silberhaltigem Fahlerz (z. T. mit Kupferkies überzogen), Bleiglanz, Kupferkies, Braunspat und Kalkspat, letztere beiden als jüngere Gangarten, abgebaut worden. Dazu kamen öfter reiche Anbrüche von dunklem Rotgiltigerz. Die Grube Mehlbach bei Rohnstadt bestand schon am Ende des XV. Jahrhunderts und kam 1841, die Alte Hoffnung bei Weyer im Jahre 1846 zum Erliegen.

Zu den Kalkspat-Silbererzgängen mögen die Gänge von **Markirch** im südlichen Elsaß gestellt werden. Das Ganggebiet ist mineralogisch offenbar nicht ganz einheitlich und führt neben den Silbererzen, deren Abbau man in neuester Zeit wieder erfolglos unternommen hat, auch solche von Blei, Kupfer, Zink und Antimonitquarzgänge. Nach der ausführlichen Beschreibung Haussers[3]) war das Silbererzvorkommen von Markirch durch folgende Mineralien gekennzeichnet: Quarz, durch allerlei Auslaugungen zellig und zerhackt, selten in säulenförmigen Kristallen, pflegt der älteste Teil der Füllung zu sein; Kalkspat in verschiedenen Rhomboedern und Skalenoedern, Dolomit, Baryt, selten Flußspat und Eisenspat; gediegen Silber, mitunter moosförmig, früher in großen

[1]) Vogelgesang, Geognostisch-bergmännische Beschreibung des Kinzigthaler Bergbaues; Beitr. z. Statist. d. inn. Verw. d. Großherz. Baden, XXI, 1865. — Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge; II, 1885, 257—326, Lit.

[2]) Odernheimer, Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogtum Nassau; I, 1865, 89—91. — Wenckenbach, Beschreibung des Bergreviers Weilburg; 1879, 113—115.

[3]) Das Bergbaugebiet von Markirch; Beilage z. Progr. d. Realschule z. Markirch, 1893. — Carrière, Minéralogie des anciens gîtes métallifères de Sainte-Marie-aux-Mines; Ann. d. l. Soc. d'Émulation, VII, 1850. — Jasper, Der Silbererzbergbau in Markirch (Elsaß); Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLII, 1894, 68—76. — Mühlenbeck, Histoire des mines de Ste. Marie; Markirch 1898.



Massen gefunden, in ged. Arsen, ferner als Einsprengung in Letten und in den andern Arten des gewöhnlichen Vorkommens; Silberglanz, Pyrargyrit, Proustit, Silberfahlerz, Kupferfahlerz, Kupferkies, gelbe, rote oder braune Blende, Bleiglanz, Kobaltglanz (?), Rotnickelkies, Arsenkies, ged. Arsen, Eisenkies, Aragonit, ged. Kupfer, Malachit, Kupferlasur, Kupfergrün, Kupferglanz, Kupfervitriol, Cerussit, Pyromorphit, Arsenikblüte, Kobaltblüte, Brauneisenstein.

Die Erzgänge sind im wesentlichen an ein petrographisch sehr mannigfaches Gneisgebiet gebunden, das auf drei Seiten von jüngerem Granit umschlossen wird; im ganzen lassen sich mindestens 14 Gänge im Granatgneis verfolgen.

Der Markircher Bergbau soll angeblich schon im VII. Jahrhundert begonnen haben und wurde unter vielen Wechselfällen bis zum Jahre 1831 geführt; im Mittelalter und im XVI. Jahrhundert gehörte er zu den berühmtesten Deutschlands. Die alten Berichte erzählen von geradezu ungeheuren Silberfunden. Die unter viel Börsenlärm und wilder Spekulation im vorigen Jahrzehnt ins Werk gesetzte Wiederaufnahme des Bergbaues blieb ohne Erfolg.

Die Silbererzgänge von **Kongsberg**[1]) im südlichen Norwegen haben eine besondere Merkwürdigkeit, weil sie vor allen übrigen Silberdistrikten die Hauptmasse des Edelmetalles im gediegenen Zustande liefern. In mineralogischer Hinsicht sind sie sehr ähnlich denjenigen von Andreasberg. Das Grubengebiet liegt wenige Kilometer westlich vom Laagen-Elv im Numedal. Das umgebende Gelände ist rauh, gebirgig und steigt bis etwa 900 m Seehöhe an. Es besteht aus kristallinen Schiefern, welche von Eruptivgesteinen, insbesondere von mächtigen kuppenförmig sich heraushebenden Massen von Diorit und von Gängen und Stöcken von Olivinhyperit („Gabbro“) durchbrochen werden; der „Gabbro“ bildet teilweise den nördlich gelegenen Vinoren, und das sogen. Knutefeld westlich von Kongsberg. Nach Westen zu grenzt das Schiefer- und Gabbrogebiet an eine ausgedehnte Granitmasse. Das jüngste Gestein der Gegend sind die als 1 cm bis 1 m mächtige Gänge in verschiedenen Gruben angefahrenen Diabase und Diabasporphyrite.

[1]) C. Münster, Kongsberg ertsdistrikt; Videnskabsselskabets skrifter, I. math.-naturv. Klasse, 1894, No. 1. Danach Auszug von Krusch in Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 93—104. Die Arbeit Münsters enthält eine von 1653 an beginnende reiche Bibliographie. — Böbert, Über den Kongsberger Silberbergbau in Norwegen; Karstens Arch., XII, 1839, 267—346. — Daubreé, Les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvège; Ann. d. mines (4), IV, 1843, 199—282, bes. 257—265. — Durocher, Observation sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norvège et de la Finlande; ebenda (4) XV, 1849, 171—446, bes. 351—371. — Durocher et Malaguti, Recherches sur l'association de l'argent aux minéraux métalliques; ebenda (4) XVII, 1850, 245—322, bes. 319—322. — Scheerer, Geognostische Verhältnisse der Erzlagerstätten von Kongsberg und Modum in Norwegen; Berg- und Hüttenm. Ztg., XI, 1852, 276. — Ders., Über das Vorkommen des Silbers zu Kongsberg; ebenda XXV, 1866, 250—251. — Kjerulf og Dahll, Om Kongsbergs Ertsdistrikt. Mit geol. Karte. Nyt Mag. f. Naturv., XI, 1861, 173—207. — von Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 512—515. — Hiortdahl, Om Underberget ved Kongsberg og om guldets forekomst sammesteds; Nyt Mag. f. Naturv., XVI, 1868, 34. — Rolland, La géologie de Kongsberg; Ann. d. mines (7), XI, 1877, 391—485. — Vogt, Über die Bildung des gediegenen Silbers, besonders des Kongsberger Silbers, durch Sekundärprocesse aus Silberglanz und anderen Silbererzen, und ein Versuch zur Erklärung der Edelheit der Kongsberger Gänge an den Fahlbandkreuzen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 113—123, 177—181.



Die Kongsberger Gänge setzen hauptsächlich in den NNW.—SSO. streichenden präcambrischen „Schieferbändern" (hauptsächlich Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, beide mitunter granatreich, Chloritschiefer, grauem Gneis, der ein gepreßter Granit ist, häufig granatführendem Quarzitschiefer, und den dichten, glimmerarmen Gneisvarietäten „Granulit" und Hälleflinta) auf. Sie sind nur wenig mächtig und zeigen überdies um so mehr Neigung, sich zu zerschlagen und in zahlreiche, untereinander in Verbindung stehende Haupt- und Nebentrümer aufzulösen, je schieferiger das Gestein ist. Sie sind daher am besten entwickelt im Gneise und Quarzitschiefer, zertrümern sich aber im Hornblende- und Glimmerschiefer. Die Gänge am Oberberg, deren man fast 300 kennt, sind z. T. papierdünn; sie tun sich aber zu Trümerzügen von 0,5—1, ja auch von 2 m Mächtigkeit

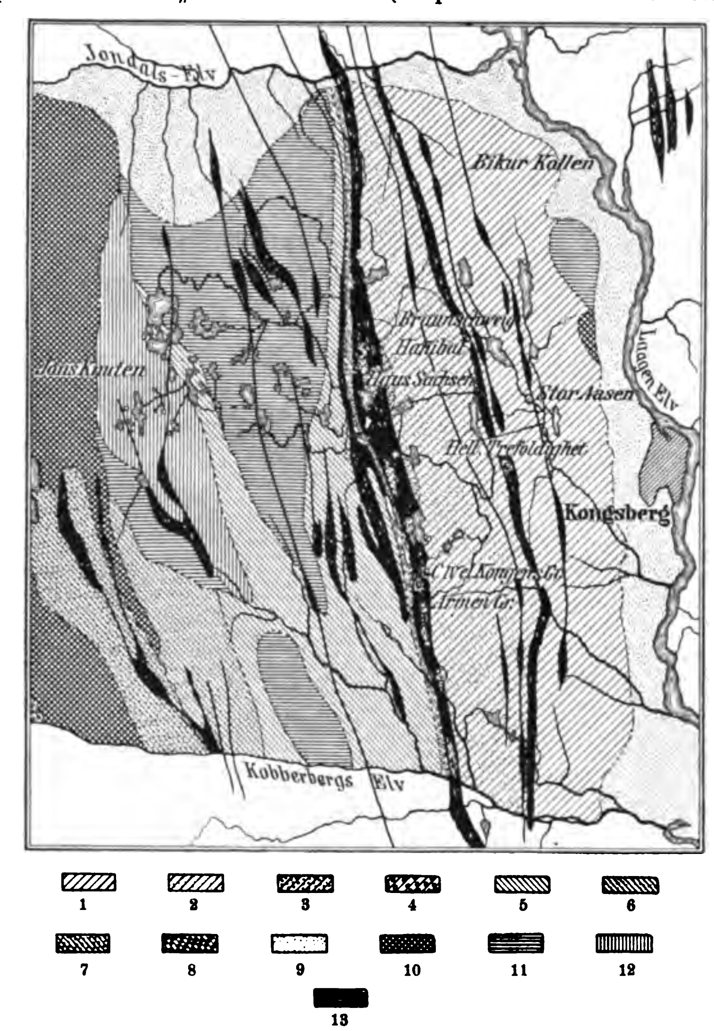


Fig. 157. Die Fahlbänder von Kongsberg. 1 : 92 100.
(Aus Ztschr. f. prakt. Geol., 1896.)

1 Unterbergsband.
2 Mittelbergsband.
3 Oberbergsband.
4 Granatband.
5 Barlindalensband.
6 Kobbervoldensband.
7 Feinkörniger Granulit.
8 Granulitischer Schiefer.
9 Diluvium.
10 Gneisgranit.
11 Diorit.
12 Gabbro.
13 Fahlbänder und Fahle.

zusammen.[1]) Der Hauptgang der Königsgrube hat eine durchschnittliche Mächtigkeit von 0,3—0,6 m. Von den Gängen aus gehen zahlreiche, z. T. fast bis zur Unsichtbarkeit feine Spalten in das Nebengestein, das auf solche Weise bis auf mehrere Dezimeter Entfernung silberführend wird. Drusenräume sind nicht selten und werden so groß, daß ein Mann darin stehen kann. Die Gänge sind im allgemeinen ungefähr senkrecht auf das Streichen der Schiefer, also mehr oder weniger ostwestlich gerichtet.

Nur dort, wo die Gänge die Fahlbandzonen, insbesondere das 300—500 m breite Oberberg- und das 50 m mächtige Unterbergfahlband durchkreuzen, sind sie edel (siehe S. 267—268). Indessen ist der Adel in den Durchkreuzungszonen kein gleichmäßiger, sondern auch innerhalb dieser an das Auftreten sulfidreicherer Fahlbandlagen gebunden. Da die Fahlbänder wie die Gänge steil einfallen, so geschieht der Bergbau hauptsächlich als Schachtbetrieb. Die Hauptgangart der Gänge ist der Kalkspat, der in vier Typen und Altern auftritt, nämlich in vorwaltend rhomboedrischen Kristallen (älteste Generation), in R, 0 R, in R3, $^1/_4$R3, $^{16}/_3$P2, -2R, und in ∞R, $-{}^1/_2$R. Dolomit und Magnesit sind selten; farbloser, grüner oder violetter Flußspat ist ziemlich häufig, Schwerspat sehr selten. Der Quarz enthält manchmal Kohleeinschlüsse. Ferner werden angegeben: Adular, Albit, Asbest und Amianth; häufig ist Anthracit (Kohlenblende), selten Graphit, Bergkork und Bergleder. Axinit und Chlorit sitzen dem Nebengestein unmittelbar auf. Von Zeolithen kennt man Apophyllit, Desmin, Harmotom, Stilbit und Laumontit. Auch kommt Prehnit vor. Die Erze sind: gediegen Silber, häufig kristallisiert, aber auch in prachtvollen zähnigen, haar-, draht- und klumpenförmigen Massen, häufig von Kalkspat umwachsen und mehr oder weniger Quecksilber und Gold enthaltend,[2]) Silberamalgam, (95—75 Silber, 5—25 Quecksilber), Silberglanz (Akanthit z. T.), Hornsilber, Pyrargyrit, Proustit, Stephanit, Stahlerz (soll sein: $n[(FeCo)(As, Sb, S)_2] + (Ag, Cu)_2(AgSbS)$, n = ungef. 13), silberführender Markasit, Zinkblende, Kupferkies, silberarmer Bleiglanz, Arsenkies, Magnetkies, Schwefelkies, selten gediegen Kupfer und gediegen Arsen, ferner Kobaltblüte, Arsenkies und Eisenspat.

Besonders schön sind die bis 20 cm großen, grünen, violetten oder wasserhellen Kristalle von Flußspat, der Laumontit und vor allem die Stufen mit gediegenem, oft moos- und draht- oder zahnförmigem Silber; Klumpen von solchem wiegen häufig mehrere Kilo, ja, im Jahre 1867 hat man sogar eine Masse von 500 kg gefunden und durch einen einzigen Sprengschuß einen Block von 167 kg hereingewonnen. Solche von über 100 kg sind mehrfach vorgekommen; die Silberzähne, mit Kalkspat und Silberglanz verwachsen, werden bis zu 20 cm lang. Das gediegene Silber ist das Haupterz der Kongsberger Gruben, Silberglanz tritt daneben zurück, und die übrigen edlen Silbererze müssen als Seltenheiten bezeichnet werden; allerdings kommt auch der Silberglanz in Klumpen von mehr als 100 kg Gewicht vor. Das Mengenverhältnis zwischen dem gediegenen Silber und dem letzteren schätzt Vogt auf 10:1 bis 20:1. Er bestätigt die schon von G. Bischof ausgesprochene Annahme, daß wenigstens der weitaus größte Teil des gediegenen Silbers von Kongsberg aus Silberglanz, untergeordnet auch aus Rotgiltigerz hervorgegangen ist. Dieser Vorgang hat

[1]) Eine genaue Schilderung dieser Verhältnisse gibt Rolland.

[2]) Siehe bei Rolland nach Hiortdahl, 446.



sich schon vor der Abscheidung des Anthracites im ersten Abschnitt der Gangausfüllung abgespielt. Vogt zieht dabei mit Bischof und anderen folgende Reaktionen in Betracht, bei denen H_2O als Wasserdampf zu denken ist:

$$Ag_2S + O_2 = 2\,Ag + SO_2,$$
$$Ag_2S + H_2O = 2\,Ag + H_2S + O,$$
$$Ag_3AsS_3 + 3\,H_2O = 3\,Ag + As + 3\,H_2S + 3\,O.$$

Ein geringer, mitunter in schönen großen Kristallen auftretender Teil des Silbers ist wohl primär, er macht aber kaum 1% des ganzen Gehaltes an gediegenem Silber aus. Der Silbergehalt der abbauwürdigen Mittel ist auf den verschiedenen Gängen sehr verschieden. Er betrug u. a. nach Münster auf der Hülfe Gottes-Grube von 1685—1789 10 kg, von 1865—1885 1,5 kg pr. qm; auf der Königs- und Armengrube 1624—1804 1,4, von 1865—1885 ca. 9—10 kg pr. qm. Auf den anderen Gruben war er sehr viel geringer, meist kaum 2 kg, ja sogar noch viel weniger.

Man unterscheidet in Kongsberg drei Reviere: das Vinoren-Revier im Norden und das Unter- und Oberbergfeld westlich der Stadt.

Das Kongsberger Silber ist erst im Jahre 1623 von zwei Bauern entdeckt worden; schon im Jahre 1636 besaß der Staat 14 Gruben. Um die Mitte des XVIII. Jahrhunderts waren auf den Staatswerken 4000 Arbeiter beschäftigt, indessen arbeitete von jeher ein Teil der Gruben mit Verlust, und im Jahre 1805 wurde der Bergbau überhaupt eingestellt, nachdem er seit 1623 552272 kg Silber geliefert hatte. Nach der Wiederaufnahme im Jahre 1815 war das Jahr 1833 ein besonders gesegnetes: die Förderung betrug damals 10296 kg; bis gegen 1860 war dann die durchschnittliche Produktion gegen 6100, späterhin ungefähr 3800 kg. In den letzten beiden Jahrzehnten schwankte sie um 5000 kg und betrug im Jahre 1900 4577 kg, wovon über $^2/_3$ aus dem edlen Scheideerz gewonnen wurden. Es sind jetzt sechs Gruben am Oberberg im Betriebe, von denen die Armen- und Königsgrube mit einer Schachttiefe von etwa 720 m, die Gottes Hülfe-Grube und die Gabe Gottes-Grube die wichtigsten sind. Nördlich von den Staatsgruben wird am Vinoren, wo im Jahre 1723 Silber entdeckt wurde, Bergbau seitens privater Gewerken getrieben. Die Hovedgrube ist dort die nennenswerteste. Die Gangverhältnisse dieses Gebietes sind von Rolland ausführlich geschildert worden.

Verhältnisse, welche denen von Kongsberg nicht unähnlich sind, hat Vogt von der Insel His bei Arendal (Norwegen)[1]) beschrieben. Innerhalb der dortigen grauen und roten, mit Hornblende- und Glimmerschiefer durchlagerten Gneise treten drei 0,75—1,5 m mächtige und 9—11 m auseinanderliegende Fahlbänder auf. Diese werden durchsetzt von einem Lagergang und drei 2—10 m mächtigen Quergängen von Diabas, längs deren Salbändern Erzgänge sich vorfinden. Die Füllung der letzteren, nämlich oft drahtförmiges Silber, Schwefelsilber, Rotnickelkies, Markasit und Schwefelkies nebst Spuren von Gold, war nur bauwürdig an den Kreuzen der Gänge mit den Fahlbändern.

Auf der schwer zugänglich gelegenen Mine des **Chalanches**[2]) bei Allemont im Dauphiné sind von 1768—1802 sechs Silbererzgänge abgebaut worden, die

---

[1]) Hisö sölvgrube pr Arendal, Norge; Geol. För. Förh., VIII, 1886, 64—70.

[2]) Schreiber, Beobachtungen über das Gebirge Chalanches bey Allemont in Dauphiné und über die darinnen befindlichen Lagerstätten der Silbererze; Köhlers Bergm. Journ., I, 1788, 22—54. — Gueymard et Graff, Die Silber-Lagerstätten im Berge von Chalanches; Bullet. Soc. de Stat., des scienc. nat. ecc. du Dép. de l'Isère, I. 1843, 27; Ref. N. Jahrb., 1844, 235—236. — Graff, Notice sur la mine d'argent des Chalanches, Lyon 1868. Siehe auch Ossent, Berg- und Hüttenm. Ztg., XXVIII, 1869, 13—14. — de Thury, Suite de l'oryctographie ou description minéralogique de la



sich gruppenweise in der Teufe vereinigten. Als Nebengestein bezeichnete Groth einen granatführenden Biotitgneis.[1]) Wo der letztere fahlbandähnliche, 2—12 m mächtige Einlagerungen enthält, hat er die durchsetzenden Gänge veredelt. Erze sind gediegen Silber, silberreicher Rotnickelkies, Chloanthit, Speiskobalt, silberreiches Fahlerz, Allemontit, gediegen Antimon, Pyrargyrit, Antimonsilber, Silberglanz, Kupferkies, Kupferglanz, Antimonglanz; als Begleiter der Kobalt- und Antimonerze kommt hauptsächlich Quarz in Betracht. Den Kalkspat, der im übrigen vorwaltet, begleiten stellenweise auch Bleiglanz, Kupferkies, Zinkblende, Zinnober, Quecksilber und Eisenkies. Schwarzer Erdkobalt, Antimonoxyd, Chlorsilber, Gänsekötigerz, Weißbleierz, Pyromorphit, Malachit, Kobalt- und Nickelblüte sind die sekundären Erze. Weitere Gangarten sind Braunspat, Eisenspat, Asbest, Gips. Nach Schreiber enthielt der Kupferkies Spuren von Gold.

Die Umgebung von **Sarrabus** am Monte Narba[2]) nahe der Südostküste von Sardinien besteht aus silurischen Tonschiefern, Quarziten, Grauwacken, granitischen Gesteinen und Porphyren, seltener aus Kalkstein. Die Granite und die in ihrem Gefolge stehenden porphyrischen Gesteine haben die Sedimente vielfach durchbrochen; die gegenseitige Verteilung der eruptiven und sedimentären Gebilde ist eine unregelmäßige, indem erstere zungenartig in letztere eingreifen und Schollen davon umgeben. Die jüngsten Eruptivgesteine des Gebietes sind ungefähr nordsüdlich streichende, wenig mächtige Gänge von Porphyrit. Die Erzgänge sind jünger als sie und gehören zwei Bildungszeiten an; die älteren reicheren Gänge zeigen ostwestliches Streichen und eine mannigfaltige Füllung durch verschiedenartige Mineralien; die jüngeren streichen nordsüdlich, sind fast immer arm und haben im wesentlichen eine quarzige oder barytisch-quarzige Füllung. Die ersteren sind in einer etwa 35 km langen Zone zwischen dem Baccu Arrodas am Monte Narba und dem Monte Arrubiu zu verfolgen.

---

montagne et de la mine d'argent des Chalanches; Journal des Mines, XX, 1806, 81—100; danach in v. Molls Ephem., V, 1809, 283—294. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 339—340. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 779—781. — Groth, Die Minerallagerstätten des Dauphiné; Sitzungsber. bayr. Akad. d. Wiss., mat.-naturw. Kl., 1885, 371—402; Ref. Ztschr. f. Krist., XIII, 1888, 93—96.

[1]) Nach Schreiber sind es Gneis, Hornblendeschiefer und zwischengelagerte Kalksteine.

[2]) Bombicci, Minerali delle miniere del Sarrabus; Contrib. di Min. ital., Mem. Acc. d. Sc. dell. Ist. di Bologna (3), VIII, 1877. — Traverso, Giacimenti a minerali di argento del Sarrabus; Ann. Mus. Civ. di St. Nat. di Genova, XVI, 1880—1881, 16, 493. — Ders., Nota sulla geologia e sui giacimenti argentiferi del Sarrabus, Torino 1890. — Ders., Sarrabus e suoi minerali, Alba 1898; Ref. N. Jahrb., 1899, II, —218 bis 221. — — de Castro, Descrizione geol.-min. della zona argentifera del Sarrabus; Mem. descritt. d. carta geol. d'Italia, V, 1890. — Corsi, Brevi notizie e relazione d'una gita alle miniere argentifere del Sarrabus; Boll. Soc. geol. ital., XV, 1896. — vom Rath, Reise in Sardinien; Sitzungsber. niederrh. Ges., 1885, 172—216, bes. 180 bis 187. — Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 62—66; zitiert die Arbeiten von Bombicci, Traverso und Corsi. — d'Achiardi, I metalli, I, 159—160. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 769—777. — de Launay, Histoire de l'industrie minière en Sardaigne; Ann. d. min. (9), I, 1892, 511—538. — Wegen der rein mineralogischen Schriften über Sarrabus siehe man die Repertorien der einschlägigen Zeitschriften.



Die Erzgänge von Sarrabus liegen im Kontaktbereich der saueren Gesteinsdurchbrüche; so tritt u. a. in 6 m Entfernung vom Hauptgange der Grube Giovanni Bonu ein echtes Kontaktgestein, bestehend aus Magnetit, Pyroxen, Granat, Anorthit, Sillimanit, Kalkspat, Epidot, Quarz und Chlorit auf.[1])

Die hauptsächlichsten Abbaue, welche auf einem ostwestlich streichenden Zug von Gängen umgehen, sind östlich vom Monte Narba. Sobald die Gänge in den Granit eintreten, nehmen sie rasch an Mächtigkeit ab und werden zu letten- und barytführenden Klüften. Neben einer älteren barytischen Bleiformation (mit Baryt, grobblätterigem Bleiglanz, Quarz, Kalkspat, dunkler Blende), die in der Teufe quarzig wird, bricht eine jüngere Kombination vom Charakter der edlen Silberkalkspatformation ein; sie führt verschiedenfarbigen Kalkspat, der neben dem Quarz auf diesen Gängen die hauptsächlichste Gangart bildet und besonders mit den edlen Silbererzen in inniger Mengung auftritt, rötlichen Schwerspat, häufig Flußspat, silberreichen Bleiglanz, silberhaltige Zinkblende und als edle Silbererze gediegen Silber, quecksilberhaltiges Silberhornerz, Embolit, Silberglanz (Akanthit), seltener Stephanit und Pyrargyrit in schönen Kristallen; ferner werden von Traverso als mehr oder weniger häufige Erze und Gangarten erwähnt: Pyrit, Markasit (in großen Massen), Magnetkies, Arsenkies, Kupferkies, Ullmannit, Breithauptit, Rotnickelkies, Kobaltglanz, Millerit, Fahlerz, Arsen, Antimon, Antimonit, Berthierit, Molybdänglanz, Spateisenstein, Dolomit (Ankerit [?]), Steatit, Bergleder, Harmotom, Laumontit, „Grünerde", welch letztere die Silbererze in den reichen Zonen begleitet; endlich Weißbleierz, Pyromorphit, Gelbbleierz, Mennige, Linarit, Nickel- und Kobaltblüte, Rotspießglanzerz und Antimonblüte. Das gediegene Silber bildete Massen bis zu 15 kg Gewicht und wird hier gleichfalls manchmal von Kalkspatkristallen umwachsen; der Stephanit findet sich besonders in der Teufe, Rotgiltigerz z. T. als Kluftausfüllung in den Gangarten. Die Mächtigkeit der Gänge schwankt von 1 cm bis 2 m. Es sei bemerkt, daß man auch an dem Hauptgange bei Baccu Arrodas die Beobachtung gemacht zu haben glaubt, daß ein Pyrit- und Kohlegehalt der Schiefer eine Gangveredelung bedingt. Der Gangreichtum ist zu Erzsäulen oder häufiger zu unregelmäßigen Mitteln konzentriert; Gangkreuze und vorübergehende Änderungen des Streichens sollen der Erzführung günstig sein.

Die Hauptgruben sind zu Sarrabus die von Baccu Arrodas, Monte Narba, Giovanni Bonu, Masaloni, S'Arcilloni, Tacconis, Nicola Secci, Serra S'Illixi und Tuviois; um 1900 haben sie zusammen 770 Arbeiter beschäftigt und jährlich 960 t Silbererze im Werte von 650000 Mark gefördert. Der Bergbau wurde im Jahre 1622 begründet, hat aber erst 1870 eine größere Bedeutung gewonnen und im Jahre 1883 eine Höchstproduktion von 1920000 Mark erreicht.

Ähnliche Gänge wie zu Sarrabus sind diejenigen von Nuorese, nördlich davon.

---

[1]) Lotti nach Traverso, Quarziti e scisti metamorfici del Sarrabus (Atti Soc. Ligust. d. scienze nat. 1893) und Associazione di minerali di contatto nella miniera Giovanni Bonu, Genova 1893.

Der im Jahre 1868 entdeckte Gang von **Silver Islet**[1]) an der canadischen Küste des Lake Superior setzt in algonkischen Schiefern und Gabbro auf und enthält gediegen Silber, Silberglanz, Fahlerz, Bleiglanz, Blende, Nickel- und Kobaltverbindungen neben Kalkspat, Flußspat, Schwerspat, Graphit und wenig Quarz als Gangart. Er war nur innerhalb des Gabbros abbauwürdig, wo die Erze in unregelmäßig geformten Mitteln auftraten; in der Tiefe von 300 m verarmte er angeblich überhaupt. Der Bergbau fand unter dem Seespiegel statt und hatte mit großen Schwierigkeiten zu kämpfen. Nachdem er für ungefähr 14 Mill. Mark Silber ergeben hatte, kam er in den 1880er Jahren zum Stillstand. Silver Islet war das wichtigste Vorkommen unter einer Reihe ähnlicher Gänge.

Große Ähnlichkeit mit den Andreasberger und Kongsberger Silbererzgängen scheint das Vorkommen von **Broken Hill Consols Mine**[2]) in Neu-Süd-Wales, wenige hundert Meter von den Broken Hill-Lagern entfernt, zu besitzen. Man hatte dort 1896 einen im Mittel 50 cm mächtigen Gang in den „metamorphischen" Schiefern und in Amphibolschiefer 400 m im Streichen und bis zur Seigerteufe von 100 m verfolgt. Im Schiefer ist der Gang taub und sehr geringmächtig, nur dort, wo er Amphibolschiefer durchschneidet, ist er erzreich, so daß die Grenzen der Erzmittel mit den Grenzen des amphibolitischen Nebengesteins zusammenfallen. Innerhalb des letzteren tut sich der Gang auch stellenweise bis zu 4 Fuß Mächtigkeit auf. Das Erz besteht aus Fahlerz, angeblich mit 20 % Silber, und aus massenhaftem Antimonsilber (Dyscrasit) mit einem Silbergehalt von 72—94 %; ein treuer Begleiter des Erzes ist Kobalt, nach Smith als Kobaltglanz. Nach letzterem wäre der miteinbrechende Stromeyerit mit 30 % Silber eine sekundäre Bildung. Als solche sind ferner gediegen Silber, Chlorsilber, Antimonocker (in bis zu 475 Pfund schweren Massen), ein „Antimonsilberchlorid" (mit etwa 46—47,5 Silber, 17—21 Antimon, 12—14 Chlor, 4—4,5 gebundenem Wasser und verschiedenen Beimengungen) und hauptsächlich Brauneisenerz zu erwähnen. Gangarten sind vorzugsweise Siderit und nebstdem Kalkspat. Als weitere Erze werden genannt: Argentit, Stephanit, Pyrargyrit, Sternbergit, Brogniartit ($(Ag_2Pb)_2Sb_2S_5$), alle fünf selten, Bournonit, Bleiglanz, Antimonit, Arsenkies, Kupferkies, Buntkupfererz, Willyamit ($CoSbS + NiSbS$) und die sekundären Mineralien Hornsilber, Jodsilber (reichlich), Weißbleierz, Blindheimit, Phosgenit, Caledonit, Brochantit, Kupferkarbonate, Chenevixit (ein wasserhaltiges Kupfer- und Eisenarseniat), Vanadinit, Schwefel usw. Es ergibt sich aus dieser Zusammenstellung, daß die Erzgänge von Broken Hill trotz ihrer engen Nachbarschaft doch gänzlich verschieden sind von den früher beschriebenen Zinkblende-Bleiglanzlagern.[3]) Der eiserne Hut setzte bis zu etwa 40 m Teufe

[1]) Courtis, The north shore of Lake Superior as a mineral-bearing district; Transact. Am. Inst. Min. Eng., V, 1877, 473—487. — Mac Farlane, Silver Islet; ebenda VIII, 1880, 226—253. — Lowe, The Silver Islet Mine and its present development; Eng. Min. Journ., XXXIV, 1882, 320—323. — Bell, The silver mines of Thunder Bay, Lake Superior; ebenda XLIII, 1887, 23, 42. — Ingall, Report on mines and mining on Lake Superior; Geol. and nat. hist. Survey of Canada, III, part II, 1888, 27—40 H.

[2]) G. Smith, The ore deposits of the Australian Broken Hill Consols Mine, Broken Hill, New South Wales; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1896, 69—78. — Ders., Upon the minerals occurring in the Australian Broken Hill Consols Mine; Journ. Roy. Soc. New. South Wales, XXVII, 1893, 368—375. — Pittman, Note on the occurrence of a new mineral at Broken Hill; ebenda 366—368; Ref. über beide letztere Arbeiten N. Jahrb., 1896, I, —397—398—.

[3]) Beck hat (1899) eine enge Verwandtschaft der Broken Hiller Lager mit den Gängen der Consols Mine behauptet und das vermeintliche Vorkommen von Granat auf



nieder. Nach Smith sind wahrhaft riesige Antimonsilbermassen eingebrochen; neben kleinen Plättchen und Kristallen kamen über tonnenschwere Klumpen dieses Minerals vor; so gab ein einziger Block bei 80 % Silbergehalt für etwa 86000 Mark Silber.

C. Silbererzgänge mit viel Schwerspat.

* Im folgenden werden Silbererzgänge zusammengefaßt, die neben anderen Gangarten teilweise recht reichlich Schwerspat führen; einige, den wichtigen Silberdistrikten Chiles angehörige, mögen vielleicht nicht mit vollem Recht hierher gestellt sein, wurden indessen, zumal über ihre Mineralogie nur wenig genaue Mitteilungen vorliegen, der geographischen Zusammengehörigkeit mit anderen zuliebe hier untergebracht. Sämtliche nachstehend besprochene Gänge sind nur in den oberen veredelten Zonen abgebaut worden; teilweise weiß man, daß sie in der Tiefe in Gänge mit Bleiglanz, Blende, Kupferkies und Fahlerz übergehen, und es ist fraglich, ob sie mit Hinsicht auf ihre primäre Füllung überhaupt zu den echten Silbererzgängen gehören; die Gänge von Arqueros führen auch Nickel, Kobalt und Wismut und sind vielleicht mit den Kobaltsilbererzgängen verwandt. Der Goldgehalt der nachstehend aufgezählten Vorkommnisse ist meistens unbedeutend. *

In der Sierra Guadalajara in Spanien ist eine Anzahl Silbergruben bei **Hiendelaencina,**[1]) 22 km nördlich von Jadragun an der Eisenbahn Madrid—Zaragoza tätig. Die Gänge setzen in Gneis und Glimmerschiefer auf und enthalten neben Quarz, Siderit und Schwerspat gediegen Silber, dunkles Rotgiltigerz und andere Sulfide und Sulfantimonide des Silbers, sowie Chlor- und Bromsilber. Der filon rico ergab im Quadratmeter Gangfläche 1,5 kg Silber, verarmte aber unter 300 m Teufe. Der 1844 eröffnete, 1870 wieder zum Stillstand gekommene Bergbau ist den letzten Jahren wieder aufgenommen worden. Im Jahre 1900 waren zwei Gruben im Betrieb; in der Provinz Guadalajara wurden im gleichen Jahre 4680 kg Silber produziert. Schon in der ältesten Zeit sind die Gänge der **Sierra Almagrera**[2]) bei Aquilas im Norden der Provinz Almería abgebaut worden. Als ihr Nebengestein werden Ton- und Glimmerschiefer bezeichnet. Jüngere „Trachyt-“Durchbrüche sind in der Gegend verbreitet. Der Reichtum fand sich in den oberen Gangzonen, wo neben silberhaltigem Bleiglanz, Kupfererzen, sekundären Bleisalzen, wie besonders Anglesit, Brauneisenerz, Schwefel- und Arsenverbindungen des Silbers, auch Chlorsilber einbrach. Die Gangart bildet Schwerspat, Eisenspat und Strontianit. Auf manchen Gängen, wie auf dem Cabezo de las Herrerias, kam viel gediegen Silber im eisernen Hut vor. Die zahlreichen, ehedem teilweise sehr silberreichen Gänge der Provinz

den letzteren als einen Beweis dafür betrachtet, daß auch die Broken Hiller Lager nur Gänge seien, welche einmal Granat als reichliche Gangart führen. G. Smith wies (Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1057—1058) darauf hin, daß der Behauptung Becks offenbar eine Verwechselung von Handstücken zugrunde liege.

[1]) Pernolet, Sur les mines et les fonderies du midi de l'Espagne; Ann. de Mines (4), IX, 1846, 35—104, bes. 71—85. — Esquerra del Bayo, Die Bergwerke von Hiendelencina in der Provinz Guadalajara; Gangstud., II, 1854, 309-320.

[2]) Nordenström, Die Silber- und Bleigruben der Sierra Almagrera; Jern-Kontorets Annaler, 1885, 136; danach Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLV, 1886, 295—296. — Der Erzbergbau in den spanischen Provinzen Murcia und Almeria; Berggeist, XXVIII, 1883, 181—182.

Almería gelten jetzt in der Hauptsache als Bleierzgänge und werden als solche noch von einigen Gruben abgebaut. Auf eine Anzahl weiterer silberhaltiger Bleiglanzgänge und vor allem metasomatischer Bleiglanzlagerstätten Südspaniens wird später noch eingegangen werden.

Auf der Insel **Milos**[1]) im griechischen Archipel kommen neben Lagerstätten von Schwefel und Mangan auch höchstmerkwürdige von silber- und bleihaltigem Baryt vor, deren Entstehung gleichfalls mit dem Empordringen der jungen Eruptivgesteine zusammenhängt, aus welchen die Insel teilweise gebildet wird. Die hauptsächlichsten Vorkommen liegen auf der westlichen Halbinsel Chalakas. Aus den vorhandenen Berichten ergibt sich, daß die silberführenden, stockförmigen Massen von Baryt, die zellig zerfressene Chalcedonnester enthalten und deren eine 160 m hoch aus dem Meere aufsteigt, auf Rhyolith liegen und von tonigen, aus der Zersetzung dieses letzteren entstandenen Produkten umgeben und scheinbar unmittelbar unterteuft werden. Die Tonmassen, der Chalcedon und der oft blätterige, selbst durch Ton verunreinigte Baryt werden von vielen schmalen, 1,2—5 cm mächtigen Barytgängen durchzogen, ebenso sind die Rhyolithe und die Tone mit Silbererz imprägniert, das stellenweise von Pyrit, Kupferkies, Blende und Bleiglanz begleitet wird. Der Silbergehalt des bald ziemlich dichten, bald sandartig zerfallenden oder fast sandsteinartigen Barytes ist im ärmeren Erze 50—230 g, steigt aber auch bis 600 g, und der tonig zersetzte Rhyolith soll angeblich stellenweise sogar 1000—10000 g in der Tonne enthalten. Bei Vani liegen die Barytvorkommen über den früher beschriebenen Manganerz-Ablagerungen (siehe S. 260). Wahrscheinlich ist das Silber als Sulfid und Chlorid in den Massen enthalten. Nach Gobantz wären im Jahre 1892 12 Mill. Tonnen dieses silberhaltigen Materials mit einem Durchschnittsgehalt von 500 g in der Tonne (0,05 %) aufgeschlossen gewesen.[2]) Der Abbau ist jetzt eingestellt. Es sei noch darauf hingewiesen, daß man schon seit langer Zeit auf Milos den Rhyolith durchsetzende Gänge mit silberhaltigem Bleiglanz, Blende und Baryt kennt.

Die Erzlagerstätten des nördlichen **Chile**[3]) gehören nach einer alten Einteilungsweise, welche allerdings nach den neueren Erfahrungen nur im großen allgemeinen Gültigkeit hat, drei Zonen an:

---

[1]) vom Rath, Sitzungsber. niederrh. Ges., 1887, 60—62. — Dambergis, Die silberhaltigen Mineralien auf der griechischen Insel Melos; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVIII, 1890, 503—504. — Cordella, Exposé sur les minerais d'argent de Milos; Athènes 1892. — Gobantz, Die silberhaltigen Mineralien auf der Insel Milos; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XL, 1892, 213—216.

[2]) Der Durchschnitt von 82 von Cordella mitgeteilten Proben ergibt allerdings einen sehr viel niedrigeren Wert.

[3]) Domeyko, Sur les mines d'amalgame natif d'argent d'Arqueros, au Chili; Ann. d. mines (3), XX, 1841, 255—307. — Ders., Ensaye sobre los depósitos metaliferos de Chilé; con relacion a su jeolojia i configuracion esterior, Santiago 1876. — Ders., Sur la constitution géologique du Chili; Ann. d. min. (4), IX, 1846, 365—540. — Dorsey, Geognostische Beschreibung des Berges Chañarcillo in Chile; nach Mining Magazine, 1859; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIX, 1860, 187—188, 197—198. — Moesta, Über das Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur, Marburg 1870. — Eich, Über die Entdeckung und das Vorkommen von Silbererzen im Mineral von Caracoles im Departement de Lamar (Atacama), Bolivia; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXX, 1871, 133—136. — Gmehling, Metallurgische Beiträge aus Chile; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLI, 1893, 468—471, 479—483. — Richter und Hübner, Berg- und Hüttenmännische Mitteilungen über Mexiko und einen Teil von Südamerika; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXIV, 1876, 223—234. — O. Nordenskjöld,

„I. Eine westliche Zone, welche in das System der Küstenkordillere fällt und neben den goldführenden Gängen hauptsächlich reiche Kupfererze enthält. Die II. Erzregion, welche jedoch nur im Norden des Landes bekannt ist, soll sich zwischen der Küstenkordillere und der eigentlichen Hauptkordillere hinziehen. Ihr gehören vor allem die edlen Silbererzgänge an. Die III. östlichste Zone endlich findet sich in den Anden selbst. Silberhaltiger Bleiglanz, Fahlerze und Zinkblende sind hier die Hauptprodukte.“ (Möricke.) Von dieser Anordnung bilden aber die Silbererzgänge von Esmeralda und Huantajaya, welche in der Nähe der Küste auftreten, eine Ausnahme; dagegen scheinen die früher beschriebenen Golderzvorkommnisse des Cerro del Guanaco in der Hauptkordillere nur die angereicherten Ausstriche von Fahlerzgängen zu sein.

Die meisten Silbererzgänge führen Kalkspat und Schwerspat neben untergeordnetem Quarz; sie sind teilweise an mesozoische Kalksteine gebunden und treten meist dort auf, wo diese von den sogen. „grünen Porphyren“ durchsetzt werden, welche nach Möricke als meist uralitisierte, epidot- und chloritführende Diabas-, Augit- und Hornblendeporphyrite und Melaphyre zu bezeichnen sind. Solcher Art sind die Gänge von Chañarcillo und Tres Puntas; andere treten in den genannten Eruptivgesteinen selbst auf, wie diejenigen von Buena Esperanza und Los Bordos. Alle im nachstehenden zu besprechenden chilenischen Silbererzgänge bieten ausgezeichnete Beispiele für eine sekundäre Veredelung der oberen Teufen; sie führten zu oberst Halogensalze des Silbers, darunter dessen Sulfide usw., zu denen sich endlich, so weit Nachrichten vorliegen, die gewöhnlichen Sulfide des Bleies, Zinks usw. gesellten. Außerdem sind verschiedene Vorkommnisse, wie Arqueros, Los Bordos, Tres Puntas und Chañarcillo quecksilber-, d. h. amalgamführend. Auch Quecksilberhornerz ist verbreitet.

Unter den Ganggebieten von Arqueros, Rodaito, Condoriaco und Quitana (29.—30. südl. Breitegrad, nordöstlich von La Serena) hat der Distrikt von **Condoriaco,** wo etwa 40 Gruben in Tätigkeit sind, die größte Bedeutung, und in ihm hat wieder die Grube von San José die reichsten Erze; die Gänge von San José sind nach Möricke an Liparit oder Dacit gebunden und führen Gold bis zu $^1/_{10}$ ihres Silbergehaltes. Silber und Chlorsilber, in den oberen Teufen,

Über einige Erzlagerstätten der Atacamawüste; Bull. Geol. Inst. Univ. of Upsala, III, 1896—1897, 343—351, IV, 1898, 28—44; Referate Ztschr. f. pr. Geolog., 1899, 96—97, 332—334; Transact. Inst. Min. Eng., XVI, 1898—1899, 542—543, XVIII, 1899—1900, 512—514. — Labastie, Estudio sobre el Mineral de Caracoles; Bol. Soc. Nac. de Mineria (3), X, 1898, 157—174; Ref. Transact. Inst. Min. Eng., XVI, 1898—1899, 543—544. — Möricke, Einige Beobachtungen über chilenische Erzlagerstätten und ihre Beziehungen zu Eruptivgesteinen; Tscherm. Min.-petr. Mitt., XII, 1891, 186—198. — Ders., Vergleichende Studien über Eruptivgesteine und Erzführung in Chile und Ungarn; Ber. naturf. Ges. z. Freiburg in Br., VI, 1892, 121—133. — Ders., Geologisch-petrographische Studien in den chilenischen Anden; Sitz.-Ber. d. k. preuß. Ak. d. Wissensch., XLIV, 1896, 1161—1171. — Darapsky, Das Departement Taltal, 1900. — Wagner, Das bolivianische Litoral; Peterm. Mitt., XXII, 1876, 321—327. — vom Rath, Naturwissenschaftliche Studien; Erinnerungen an die Pariser Weltausstellung 1878, Bonn 1879, 359—367.

darunter Silberglanz, Polybasit, silberhaltiger Bleiglanz und Tellursilber sind die Erze. Die im Jahre 1825 entdeckten, jetzt nicht mehr abgebauten Gänge von **Arqueros** waren wegen des reichlichen Vorkommens von Amalgam (Arquerit, $HgAg_6$) bekannt. Sie erwiesen sich anfänglich so ungeheuer reich, daß schon Domeyko (1841) die Gesamtmenge des gewonnenen Silbers auf 20 Mill. Franks schätzt. Die Gänge treten in basischen Eruptivgesteinen auf; unter der großen Zahl waren besonders zwei sehr reich, die Corrida de la Descubridora und der Filon del Cerro Blanco. Auf der Grube Mercedes war der erstere erst in 19 m Teufe reichlich erzführend, nahm aber schon bei 49 m an Adel ab und wurde bei 66 m unbauwürdig. Der zweite Gang hatte seinen Hauptreichtum nur bis zu etwa 30 m Teufe. Das hauptsächlichste Silbererz war das Amalgam, daneben brachen gediegen Silber, Stromeyerit, Chlorsilber, Silberglanz, Kupfersulfide, Kobalt- und Nickelblüte, Spuren von Wismut, sowie Kalkspat und Schwerspat ein. Auch zu Rodaito, 10 km SO. von Arqueros, kam Silberamalgam vor. Zu **Quitana,** 7 km von Condoriaco, setzt gleichfalls ein Gang in zersetztem Augitporphyrit auf; er führt außer den edlen Silbererzen, Quarz, Kalkspat und Laumontit auch Pyrit, Kupferkies usw.

Im südlichen Teile der Atacama sind die Gruben von Los Bordos (27° 40′), Chimbero (Buena Esperanza 26° 55′), Tres Puntas, 6 km weiter nördlich, Chañarcillo (27° 50′) und Caracoles (23° 3′) teilweise noch jetzt in Betrieb.

Die Silberlagerstätten von **Chañarcillo** bei Copiapó, ungefähr 1200 m ü. d. M., wurden im Jahre 1832 durch einen Indianer entdeckt; es waren Gangausstriche von außerordentlichem Reichtum: „Allenthalben entdeckte man Gänge, Trümer und Lager mit reichhaltigem Erz, dessen schwarze Rollstücke über den ganzen Berg zerstreut lagen. Der Reichtum an der Oberfläche war ein nie gesehenes Phänomen. Noch jetzt finden sich bisweilen am Fuße des Berges im Schutte der Ebene größere Klumpen von gediegenem Silber und Erz". (Moesta.) Man bezeichnet in der Atacama die an der Oberfläche auftretenden, diese mitunter überragenden silbererzreichen Massen im Ausstriche der Gänge als „reventones"; es sind das häufig nicht nur die Gangausstriche allein, sondern dazu noch mit edlen Erzen imprägnierte, deshalb dunkle Gesteinsmassen, die alsbald abgebaut sind, weil sie weder im Streichen noch im Fallen lange anhalten. Bei Chañarcillo waltet der sehr mächtige, regelmäßig geschichtete Kalkstein, eine weithin verfolgbare, etwa N.—S. streichende Mulde bildend. Dieses blauschwarze Gestein wird von zahlreichen Gängen von Grünstein (chorros) durchsetzt und enthält intrusive Lager von solchen mit wechselnder, 30—50 m erreichender Mächtigkeit. Die chorros verlaufen gegen die unter etwa 80° einfallenden Erzgänge mehr oder weniger spitzwinkelig und lenken sie scheinbar ab; nach Moesta, der allerdings von Verwerfungen spricht, betragen diese Störungen im Maximum etwa 40 m. Das Erzgebiet selbst liegt zwischen zwei chorros, von denen der breitere 10—21 m mächtig ist. Die Erzlagerstätten sind teils Gänge, teils schichtähnliche Ausbreitungen von Gangmassen zwischen den Schichten des Nebengesteins und dann gern an gewisse Horizonte des Kalksteins gebunden („mantos").[1] In größerer Teufe sind letztere meistens zu beiden

[1] „Das Wort Manto hat in der deutschen Bergmannssprache keinen gleichwertigen Ausdruck, indem der chilenische Bergmann jede Gesteinsschicht ohne Rücksicht auf ihre Bildung und petrographische Beschaffenheit, sowie auch Erzlager und selbst



Seiten der Gänge als kieselige, bandartig gestreifte, wenig mächtige Einlagerungen mit Schwefelkies, Bleiglanz und Blende entwickelt (manto de bronce); ihre Bildung dürfte unter Metasomatose des Nebengesteins vor sich gegangen sein. In den verwitterten oberen Teufen enthält das Nebengestein besonders in dem weniger festen Hangenden der Gänge flözartige, erdig oder mergelig mürbe Partien, welche bis zu dreiprozentige Silbererze führen. Das Hangende der Gänge ist wohl auch von zahlreichen Klüften und Erztrümern so reichlich durchzogen, daß es über 1 % Silber ergibt und bis auf 12 m Entfernung vom Gange abbauwürdig sein kann. Die Verwitterung reicht auf dieser Seite bis über 160 m hinab, und bis ebendahin geht die Verbreitung des gediegenen Silbers und seiner Halogenverbindungen; im Liegenden dringt die Zersetzung nur bis etwa 35 m Teufe vor. Man unterscheidet das Nebengestein (panizo) in panizo calido und panizo frio, je nachdem es amalgamierbares Erz enthält oder nicht. Bemerkenswert ist das Verhalten vieler Gänge gegenüber einer mächtigen Intrusion von Grünstein, dem Manto grueso; dieser ist hochgradig zerrüttet und verwittert. Er lenkt die Gänge in der Richtung seines Fallens derart ab, daß sie 30—60 m weit dem Kontakt zwischen ihm und der darunterliegenden Kalkbank folgen und erst dann durch das Kalkgebirge in die Teufe setzen. Dabei ist der Manto grueso selbst in seiner ganzen Ausdehnung mit Chlorsilber imprägniert und von Trümern durchzogen. In ihm kamen Platten von Silber und Chlorsilber bis zum Gewichte von 20 Ztr. vor. Die erzführenden Mantos bedeuten für die Gänge eine Veredelung in horizontaler, die Gesteinsgänge dort, wo sie die Gänge ablenken, eine solche in vertikaler Richtung. Aber nur in den verwitterten oberen Gesteinszonen war der Reichtum groß; sobald die Trümergänge in das feste Gestein der Teufe eintraten, wurden sie unbauwürdig. Auch die Breite der bauwürdigen Trümerzone nahm mit der Teufe ab; so enthielt die Corrida colorada, einer der wichtigsten Gänge, in den oberen Bauen innerhalb 10 m Breite 2—2,5 % Silber, während sie in der Tiefe nur noch in 1 m Mächtigkeit bauwürdig war. In der Art der Erzführung sind die Gänge von Chañarcillo typisch für eine große Anzahl anderer Silbervorkommnisse Südamerikas: „Vom Tage herein treten neben gediegenem Silber die Verbindungen desselben mit Chlor, Brom, Jod und Quecksilber auf, in größerer Tiefe aber erscheint nur gediegen Silber und dessen Verbindungen mit Schwefel, Antimon und Arsen, als Silberglanz, Polybasit und Rotgiltigerz. Analoge Verschiedenheit zeigt auch die begleitende Gangmasse. In der oberen Zone besteht dieselbe vorherrschend aus einer durch Eisenoxydhydrat gelb gefärbten Lettenmasse mit vielem reineren Eisenocker, Eisenbraunspat, Kalkspat und Schwerspat, auch mitunter etwas Malachit; in der Tiefe ist dieselbe von schwarzer oder grauer Farbe und erheblich fester; sie führt neben Kalkspat viel Blende, Bleiglanz und Arsenik (? Arsenkies), zuweilen auch Schwefelkies." Sehr selten ist Flußspat. Moesta erwähnt auch, daß das reine Chlorsilber in den obersten Teufen verbreitet gewesen sei, daß sich weiter unten der Reihe nach Chlorbromsilber, jodhaltiges Chlorbromsilber und endlich das Jodsilber eingestellt hätten.

schwebende Gänge mit dieser Bezeichnung belegt" (Moesta). Sonst bedeutet manto in der spanischen Bergmannssprache soviel wie Flöz.



Der Hauptreichtum von Chañarcillo ist jetzt erschöpft, nachdem das ungefähr 3 km lange und 2 km breite, zeitweise von 300 Gruben bearbeitete Ganggebiet früher das hauptsächlichste Silberfeld Chiles gewesen war. Dorsey (1860), zu dessen Zeit der Reichtum des Distriktes schon sehr abgenommen hatte, beziffert das Gesamtausbringen bis dahin auf 250 Mill. Mark; man förderte damals immerhin noch gegen 100000 Pfund Silber im Jahre.

Gleichfalls in eine frühere Zeit fällt die Blüte der Gruben von **Chimbero** (Buena Esperanza). Zur ersten Zeit des Betriebes (1848) soll Buena Esperanza jährlich 100000 kg Silber ergeben haben. Zu **Tres Puntas** findet jetzt kein Bergbau mehr statt.

Eine der wichtigsten Gruben Chiles ist die Grube Elisa zu **Los Bordos** in der Atacama. Decken von basischen und sauren Eruptivgesteinen und scheinbar auch von Tuffen wechsellagern mit Sedimenten. Die Erzführung ist an eine höchstens 2—3 m mächtige, unter 15—30° einfallende Quetschzone zwischen einem Tuff im Hangenden und porphyrischen Gesteinen im Liegenden gebunden. Die jetzt abgebauten Erze bestehen nur aus Silber, Amalgam und Chlor- und Bromverbindungen von Silber. Die früher im Augitporphyrit abgebauten Erze waren besonders reich an Amalgam. Im Jahre 1899 hat die Grube Elisa etwa 12000 kg Silber produziert.

Zu den berühmtesten Silbergruben Südamerikas gehörten früher diejenigen von **Caracoles,** 200 km landeinwärts von dem ehemals bolivianischen Hafen Antofagasta. Ihre Entdeckung im März 1870 veranlaßte einen bis 1877 andauernden großen Zustrom von Unternehmern und Bergleuten in diese bis dahin einsame Wüstenei, so daß sie bald von 18000 Menschen bevölkert war. Der Mittelpunkt des viele Kilometer langen Minendistriktes ist Placilla, in der Nähe der bedeutendsten Minen, der Minas Descubridoras, 2850 m hoch gelegen. Das Gebiet besteht aus sehr versteinerungsreichen (caracoles = Schnecken) jurassischen Kalken, Mergeln, Mergel- und Tonschiefern mit zwischen- und aufgelagerten Decken und mit Gängen scheinbar basischer Eruptivgesteine. „Caliche", d. h. eine junge 0,5—6 m mächtige Decke von allerlei Salzen, wie Kochsalz, Gips, Glaubersalz usw. bedeckt die Oberfläche der niedriger gelegenen Teile des Gebietes und damit auch einen Teil der Gangausstriche. Die Gänge bilden eine Reihe von Gangzügen; sie waren nach Eich, der sie allerdings schon wenige Monate nach der Entdeckung untersucht hat, besonders in den Eruptivgesteinen reich an oft dickplattigen Massen von Chlor-, Brom- und Jodsilber und an gediegen Silber, während sich in den geschichteten Gesteinen silberhaltiger Bleiglanz, Rotbleierz, Hornbleierz, Caracolit ($SO_4Na_2 . Pb[OH]Cl$), Grünbleierz usw. fanden.[1]) Gips, Hornstein, Kalkspat, Schwerspat werden als Gangarten genannt. Wo die Hauptgänge sich mit kleineren erzführenden Trümern scharten, waren besonders reiche Adelspunkte.

Schon im Jahre 1875 war eine Abnahme des Erzreichtums von Caracoles bemerkbar. Von den 4000 Grubenfeldern, die anfangs verliehen worden waren, wurden im Jahre 1894 nur noch 260 bebaut; nach Labastie hatte die Pro-

[1]) Siehe auch Domeyko, Divers minéraux récemment découverts au Chile; Ann. d. mines (7), X, 1876, 15—37.



duktion von 1870 bis dahin rund 1500000 kg Silber betragen; Mitte der 1890er Jahre wurden jährlich noch ungefähr 15000—16000 kg gefördert.

Hier mögen auch die reichen Silberlagerstätten von Challacollo und Huantajaya bei Iquique in der nördlichen Atacama und ähnliche erwähnt werden, wenn es auch nicht unwahrscheinlich ist, daß sie nur reiche, in ihrer Besonderheit unter dem Einflusse einer Salz- und Salpeterwüste entwickelte Ausstriche von Bleiglanzgängen darstellen (siehe auch S. 550). Der Grubenbezirk von **Challacollo** liegt 330 km östlich von Patillas. Die in Rhyolith aufsetzenden Gänge sind hauptsächlich quarziger Natur, führen ferner Baryt, seltenen Flußspat, Weißbleierz, Anglesit, Chlorblei, sehr geringe Mengen Gelbbleierz, kiesel- und kohlensaures Zink, Atacamit, Huantajayit, Percylit, Kieselkupfer und in den sekundären Mangan- und Eisenoxyden auch gediegen Gold. Bleiglanz und Kupferkies sind in den oberen Teufen selten. Der Silbergehalt ist in Silberhalogenverbindungen vorhanden und beträgt nach Gmehling in den reichen Erzen 0,08—0,18 %. Die Hauptgrube ist die Buena Esperanza, deren Förderung zu Cerro Gordo zugute gemacht wird. Eine ähnliche eigenartige Erzführung findet sich auch zu **Huantajaya**, wo schon frühzeitig ein sehr ergiebiger Bergbau umgegangen ist. Die sich nach allen Richtungen durchkreuzenden Gänge durchsetzen Decken von „Porphyren" und Kalksteinlager und sind nur in letzteren auf den Kreuzpunkten edel. Wegen der eine Zeit lang nicht unwichtigen Sibererzvorkommnisse von Cachinal im Departement Taltal, wo gleichfalls sekundäre Blei- und Kupfererze, Bleiglanz und Fahlerz von Silberhalogensalzen begleitet waren, und der Lagerstätten im Esmeraldadistrikt sei auf das zitierte Werk Darapskys verwiesen.

D. Die Kobalt-Silbererzgänge.

* Dieser hauptsächlich im sächsisch-böhmischen Erzgebirge vertretene Gangtypus ist ausgezeichnet durch das Zusammenvorkommen von Speiskobalt, Chloanthit und anderen Kobalt- und Nickelerzen, gewöhnlich mit Wismut und Uranpecherz, in Begleitung von edlen Silbererzen. Die gewöhnlichen Sulfide von Blei, Zink und Kupfer pflegen diesen gegenüber zurückzutreten. Arsen überwiegt in den Gängen das Antimon. Von Gangarten ist Quarz in verschiedener Ausbildungsweise stets vorhanden, auch Kalkspat und andere Carbonspäte scheinen nie zu fehlen; Flußspat und Schwerspat sind häufig, ihre Anwesenheit aber nicht wesentlich. Die Gangfüllung stellt eine Kombination einer älteren quarzigen oder barytischen Kobalt-Nickel-(Wismut-)Formation und der jüngeren edlen Quarzformation dar. Die technische Bedeutung dieser Gänge beruht heute in ihrer Kobalt- und Wismutführung, in zweiter Linie auch in dem Auftreten des Uranpecherzes, untergeordnet in ihrem Silbergehalt; sie sind praktisch goldfrei. *

Die wichtigsten und am längsten bekannten und abgebauten Gänge der Kobaltsilberformation sind diejenigen von Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal, Annaberg und Marienberg im Erzgebirge. Sie sind samt zahllosen anderen Erzgängen an die Sphäre der großen Granitmasse gebunden, welche vom Vogtland her die erzgebirgischen Schiefer als ein gewaltiger

Rücken von wellig-hügeliger Abgrenzung unterteuft, in zahlreichen Vorkommnissen aus der denudierten Schieferhülle emportaucht und sich bis in die Gegend von Marienberg teils durch Kontakterscheinungen, teils durch das Auftreten von Gesteinsgängen, wie Quarzporphyr, porphyrischer Mikrogranit, Diorit, Kersantit und Minette, die als Nachschübe der Granitintrusion zu betrachten sind, bemerkbar macht.[1]) Von den aus den Schiefern hervorragenden Granitinseln ist die bedeutendste das große, in südöstlicher Richtung bis über Schlaggenwald in Böhmen sich erstreckende, fast 60 km lange, in seinem nördlichen Teile durchschnittlich 20 km breite Granitgebiet von Karlsbad-Neudeck-Eibenstock, als dessen nördliche Fortsetzung das Kirchberger Massiv anzusehen ist. Kleinere Vorkommnisse sind diejenigen bei Schneeberg, Oberschlema, Schwarzenberg und bei Geyer, 10 km nordwestlich von Annaberg. Die Intrusion des Granites geschah in der späteren Carbonzeit nach der großen von Südwesten nach Nordosten streichenden Auffaltung des Erzgebirges und nach der Entstehung gewisser damit zusammenhängender Störungen. Im südlichen Teile des Gebietes sind junge Durchbrüche von Nephelin- und Leucitbasalten zu beobachten.

Außer untergeordneten Vorkommnissen im Westen des Eibenstocker Granitmassives kann man drei östlich davon gelegene Erzgangzonen unterscheiden: die über 30 km lange Zone von Schneeberg-Schwarzenberg-Johanngeorgenstadt-Joachimsthal, diejenige von Geyer-Annaberg und das isolierte Gebiet von Marienberg. Die dort auftretenden Gänge hat H. Müller[2]) in vier mineralogische Hauptgruppen geschieden: die älteren Zinnerz- und kiesigen Blei- und Kupfererzgänge einerseits und die jüngeren Kobalt-Silbererz- und Eisenmanganerzgänge andererseits. Sämtliche sind Gegenstand des Abbaues geworden, aber mit Ausnahme der heute nur noch geringfügigen Manganerzgewinnung haben lediglich die Kobaltsilbererzgänge eine technische Bedeutung bewahrt. Oft treten die Erze zweier oder auch mehrerer dieser Gangformationen gemeinschaftlich in derselben Spalte auf, indem sie z. B. Doppelgänge bilden; ebenso aber erfüllen sie eigene Spalten, die im großen ganzen für verschiedene Formationen verschiedene Streichrichtungen zeigen, so zwar, daß nach Müller den älteren Gängen ungefähr die Richtung des Erzgebirges, den jüngeren etwa das hercynische, NW.—SO. gerichtete Streichen eigen ist. Die Entstehung der früheren Gangfüllungen stand sicherlich im Zusammenhang mit der Erstarrung der Granite; bezüglich der jüngeren nimmt Dalmer auf Grund verschiedener Tatsachen etwa dasselbe Alter an, während Müller und Laube ihre Entstehung in das mittlere Tertiär verlegen möchten. Dalmer hat es aber wahrscheinlich gemacht, daß alle die erzgebirgischen Granitmassen umlagernden, vorherbezeich-

---

[1]) Dalmer, Die westerzgebirgische Granitmassivzone; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 297—313. — Ders., Über das Alter der jüngeren Gangformationen des Erzgebirges; ebenda 1896, 1—6.

[2]) Der Erzdistrikt von Schneeberg im Erzgebirge; Cottas Gangstudien, III, 1860, 1—223. — Ders., Die Erzgänge des Annaberger Bergrevieres; Erl. z. geol. Spezialkarte von Sachsen, 1894.



neten Gänge im genetischen Zusammenhange mit diesen stehen, eine Ansicht, welche auch von Stěp und Becke[1]) geteilt wird.

Der im XV. Jahrhundert begründete, früher hochberühmte Bergbau von **Schneeberg**[2]) ist zwar jetzt hauptsächlich auf die Gewinnung von Kobalterzen gerichtet, soll aber hier besprochen werden, weil die Kobalterze auch dort von Silbererzen begleitet sind und tatsächlich in früherer Zeit abgebaute, mineralogisch nicht unähnliche Gänge große Silbermassen geliefert haben. Geologisch und mineralogisch gehören die Schneeberger Kobaltgänge mit den weiterhin zu beschreibenden untrennbar in eine Gruppe.

Die Bergstadt Schneeberg und ihr Bergbau liegen 400—500 m hoch in einer schmalen Phyllitzone zwischen dem großen Turmalingranitmassiv von Eibenstock und dem 4—5 km nordöstlich davon sich heraushebenden Granitstock von Oberschlema. „Die Kontakthöfe beider Granitmassive vereinigen sich in der Tiefe, so daß man sich das zwischen dem Eibenstocker und Schlemaer Granit gelegene Schiefergebirge als aus drei ineinander geschachtelten Trögen bestehend vorstellen kann, von denen der äußere dem Granit aufruht und aus Andalusitglimmerfels besteht, während sich der mittlere aus Fruchtschiefer und der innerste aus unverändertem Phyllit zusammensetzt. Ganz unabhängig von dieser muldenförmigen Anordnung der Kontaktzonen verläuft die Schichtung, indem sie quer zur Achse derselben durch alle drei Tröge hindurchstreicht und die Richtung des Einfallens ihrer Flügel durchsetzt" (Dalmer).

Die Kobaltsilbergänge von Schneeberg sind schon von Freiesleben und späterhin von Breithaupt in zwei Gruppen unterschieden worden, welche Müller als die Barytformation und die Kobaltformation bezeichnet hat.

Die ersteren sind jetzt nur mehr wenig aufgeschlossen, haben aber in früherer Zeit den Ruf und Reichtum Schneebergs begründet und sind zuerst abgebaut worden. Die Barytformation ist gewöhnlich an irgendwelche Gänge mit älterer oder jüngerer Füllung gebunden, begleitet solche in Nebentrümern, oder ihre Gänge haben später selbst wieder jüngere Erzansiedelungen, wie Roteisenerz aufgenommen. Ihre Ausfüllung besteht aus Schwerspat, Flußspat, Braunspat, Kalkspat, Quarz, Kobalt-Nickel- und Wismuterzen, silberarmem Bleiglanz, Eisen- und Manganerzen, vor allem aber aus edlen Silbererzen. Im Streichen sind sie nur teilweise bis gegen 800 m weit, im Fallen bis zu 320 m aufgeschlossen worden. Die wichtigsten waren diejenigen der St. Georg-Fundgrube im Schneeberger Stadtberge, wo sich Gänge verschiedener Formationen kreuzen und scharen und die berühmt gewordenen reichen Silbererze einbrachen, so die angeblich 400 Zentner schwere, 2 m dicke und 4 m hohe, aus Silber, Silberglanz, Rotgiltig- und Hornsilbererz bestehende Masse, auf der am 23. April 1474 der Herzog Albert von Sachsen ein unterirdisches Mahl eingenommen hat.

Von den Gängen der Kobaltformation sind nach Müller mehr als 150 erschlossen worden und liefern seit Jahrhunderten größere Mengen von Kobalterzen; sie sind jetzt allein von Wichtigkeit. Sie setzen hauptsächlich in der Phyllitzone auf, doch hat sie der Bergbau auch bis in die Granitstöcke verfolgt.

---

[1]) Das Vorkommen des Uranpecherzes zu St. Joachimsthal; Sitzungsber. math.-naturw. Kl. Kais. Akad. d. Wiss., CXIII, Abt. I, 1904, 585—618.

[2]) Außer den soeben zitierten Arbeiten von Müller und Dalmer siehe auch des letzteren Erläut. z. Sekt. Schneeberg der geolog. Specialk. v. Sachs., 1883.



Sie gehören zwei sich spitzwinkelig kreuzenden, im allgemeinen ungefähr nordwestlich streichenden Gangsystemen an. In der nächsten Umgebung von Schneeberg und Neustädtel sind sie so enggeschart, daß dort auf einer Fläche von 10 qkm allein 150 bekannt sind. Die Gänge Fürstenvertrag, Weißer Hirsch und Himmelfahrt Christi sind wichtigere Vertreter der mehr nördlich, der Gesellschafter Zug, Sauschwart, Siebenschleen und Wolfgang-Maaßen solche der mehr westlich streichenden Gruppe; ihr Einfallen ist ein steiles nach Osten oder Westen gerichtetes, ihre Mächtigkeit beträgt im ganzen zwischen 0,1—1 m. Im Streichen sind sie teilweise bis zu 2400 m verfolgt worden, ohne daß ihre Endschaft erreicht worden wäre; sowohl im Streichen wie im Fallen zeigen sie Neigung zur Zertrümerung.

Die Struktur der Gänge ist meistens eine unregelmäßig massige; Bruchstücke des Nebengesteins, mitunter verkieselt, häufig auch zu schieferigem, zerriebenen, lettigen „Ausschram" zersetzt, bilden manchmal die Hauptmasse der Gangfüllung. Außerdem aber findet sich darin eine äußerst zahlreiche Gesellschaft von Mineralien, von denen nur die folgenden erwähnt werden sollen, während wegen der Einzelheiten, besonders der Paragenese der Schneeberger Gänge, auf die Abhandlung Müllers verwiesen sei. Quarz in verschiedenen Varietäten und Ausbildungsweisen, vielfach auch als Hornstein, häufig in Pseudomorphosen nach Kalkspat, nach Schwerspat („Becher"- oder „Kastendrusen"), seltener nach Braunspat und Flußspat, bildet die Hauptgangart; die stellenweise Häufigkeit der Pseudomorphosen führte zu der Annahme, daß die ursprüngliche Füllung der Schneeberger Gänge durch die anderen Gangarten, wie besonders durch Schwerspat charakterisiert gewesen und einer intensiven anogenen Umwandlung unterlegen sei, eine Auffassung, welche heute nicht mehr in dem Umfange geteilt wird, wie sie Müller ausgesprochen hat. Chalcedon, Jaspis, reichlich Kalkspat in verschiedenartigen Formen und Flächenkombinationen, Braunspat und ähnliche Karbonate, Dolomit, Schwerspat und Flußspat sind weitere mehr oder weniger häufige Gangarten. Haupterz ist der silberhaltige Speiskobalt mit einem Eisengehalt bis zu 18 %, seltener Safflorit und Wismutkobaltkies. Ein sehr gewöhnlicher Begleiter des Speiskobalts ist Chloanthit, Rotnickelkies und Rammelsbergit (Weißnickelkies), selten findet sich Millerit. Gediegen Wismut ist, teilweise in den bekannten gestrickten Formen und überhaupt in mannigfaltigster Formenentwickelung, das häufigste Erz neben dem Speiskobalt; Bismutit, Wismutocker und Kieselwismut sind seine Umwandelungsprodukte, Wismutglanz wird stellenweise angetroffen. Wohl auf allen Kobaltgängen ist auch gediegen Silber, Silberglanz, Silberschwärze, lichtes und noch häufiger dunkles Rotgiltigerz, Polybasit, Stephanit, Sternbergit und Chlorsilber vorgekommen, der mit Silber, Rotgiltigerz und Silberglanz durchwachsene Leberkies ist ihr häufiger Begleiter; gediegen Silber fand sich zeitweise sogar sehr reichlich. Weiterhin seien erwähnt der häufige Eisenkies, Speerkies, Magnetkies, Arsenkies, Arsen, das nicht sehr häufige Uranpecherz, Kupferkies, Fahlerz, Bournonit, Kupferglanz, ziemlich häufiger Bleiglanz, spärliche Zinkblende, Antimonglanz, verschiedenartige Eisenerze und eine große Anzahl von sekundären Produkten, unter denen besonders genannt seien die prachtvollen

Kristallisationen von Kobaltblüte, das Vorkommen von Gelbbleierz und die Uranverbindungen Uranosphärit ($[BiO]_2U_2O_7 . 3H_2O$), Uranocker, Uranblüte, Liebigit (ein wasserhaltiges basisch kohlensaures Kalkuransalz), Uranglimmer, Zeunerit ($[UO_2]_2Cu[AsO_4]_2 . 8H_2O$), der Baryumuranglimmer (Uranocircit), Uranospinit ($[UO_2]_2Ca[AsO_4]_2 . 8H_2O$), Trögerit ($[UO_2]_3 . [AsO_4]_2 . 12H_2O$), Walpurgin ($[UO_2]_3Bi_{10}As_4O_{28} . 10H_2O$), ferner der Roselith ($(Ca,Co,Mg)_3[AsO_4]_2 . 2H_2O$), der Kobaltspat, der Bismutosphärit ($[BiO]_2CO_3$) und Pucherit ($BiVO_4$). Zu Schneeberg sind die edlen Silbererze jünger als das von Kupferkies, Bleiglanz und Braunspat begleitete Uranpecherz, das wieder jünger ist, als die besonders an Quarz gebundenen Kobalt- und Nickelerze und das den Speiskobalt begleitende Wismut. Nach Müller wäre Hornstein die allererste Gangfüllung und nach diesem der später teilweise wieder verdrängte Schwerspat gebildet worden; beide sind älter als die Erze.

Die zu Schneeberg abgebauten Erzmittel haben teilweise sehr beträchtliche horizontale Erstreckungen von 100 bis fast 500 m. Wie sich mehrfach auf Weißer Hirsch Fundgrube zeigte, setzen die Gänge wenigstens teilweise in den Granit und können darin ebenso erzführend sein wie in den Schiefern; andererseits zerschlägt sich der Alexanderspat bei Wolfgang Maaßen dort, wo er den Granit erreicht, in schmale Trümer. Eine eigentümliche Erscheinung sind im Schneeberger wie in den übrigen Kobaltsilbergangrevieren des Erzgebirges die sogenannten „Schwebenden“, d. s. aus zerrüttetem und zersetztem Nebengestein und aus Letten bestehende, wohl den Clausthaler Ruscheln entsprechende, bis zu 1,2 m mächtige Einlagerungen im Schiefer, die mit diesen mehr oder weniger konkordante Lagerung zeigen. Sie sind bei der Durchkreuzung mit den Erzgängen bis auf kurze Entfernung mit Braunspat, Arsenkies, Eisenkies, Kupferkies, Bleiglanz und Brauneisenerz durchwachsen, welche offenbar von den Gängen her eingewandert sind. Ihre allgemeine Bedeutung besteht darin, daß die letzteren in ihrem Bereiche eine Veredelung erfahren können.

Der Schneeberger Bergbau, zuerst vielleicht auf die Gewinnung von Kupfer gerichtet, mag um das Jahr 1400 schon bestanden haben,[1]) doch soll der Silberbergbau erst 1470 eigentlich begründet worden sein. St. Georg, St. Cyriakus, St. Paul u. a. waren bald berühmte Silbergruben, und 1474 gab es schon 176 Zechen; der Aufschwung Schneebergs war bereits in den ersten Jahren seines Bestehens ein ungeheurer. Aber schon um 1575 lag der Bergbau auch hier ganz darnieder. Im Jahre 1540 hatte Christoph Schürer zu Platten in Nordböhmen die von Peter Weydenhammer gemachte Erfindung der Kobaltsmalte vervollkommnet und zu Neudeck eine Fabrik eingerichtet, die ihre Produkte besonders nach Holland absetzte. Heute ist das Blaufarbenwerk des sächsischen Staatsfiskus und des sächsischen Privatblaufarbenwerksvereins in Pfannenstiel bei Schneeberg, welches im Jahre 1903 610 t Blaufarbenprodukte verkaufte, das größte Werk dieser Art. Ihnen gehört auch der Bergbau im Schneeberger Kobaltfeld. Die Erzförderung betrug hier im gleichen Jahre 238 t silberhaltiger Kobalt-, Nickel- und Wismuterze.

Zu **Johanngeorgenstadt**[2]) an der sächsisch-böhmischen Grenze findet gegenwärtig hauptsächlich Gewinnung von Wismut statt. Die Silberkobaltgänge setzen

[1]) Lehmann, Chronik der freien Bergstadt Schneeberg, 1837.

[2]) Viebig, Die Silber-Wismutgänge von Johanngeorgenstadt im Erzgebirge; Ztschr. f. prakt. Geol., 1905, 89—115. Die Arbeit stützt sich teilweise auf ein ungedrucktes

im Andalusitglimmerfels der Kontaktzone des unmittelbar benachbarten Eibenstocker Granitmassivs auf. Mächtige Roteisensteingänge bewirken stellenweise große Verwerfungen zwischen dem Granit und dem Schiefergebirge; aplitische Apophysen des ersteren in dem letzteren sind in den Grubenbauen angefahren worden. Gänge von porphyrischem Mikrogranit, begleitet von Kersantiten durchziehen die Schiefer, und stellenweise sind hier Nephelinbasalte zum Durchbruch gekommen. Eine große Anzahl von Gängen durchsetzt vor allem am Fastenberge, nordwestlich der Stadt, ein nur 3 km langes und 2 km breites Gebiet; die meisten zeigen die nordwestliche Streichrichtung und werden gewöhnlich nur 10—20 cm mächtig. Die Füllung ist meist richtungslos massig. Quarz bildet die Hauptgangart, Flußspat, Schwerspat, Kalkspat und Dolomit treten daneben zurück oder sind sogar selten anzutreffen. Gediegen Silber und Hornsilber sind besonders in den eisenschüssig zersetzten Gangausstrichen vorhanden; wegen ihrer Schönheit sind die seinerzeit vorgekommenen Mimetesitkristalle berühmt geworden. Das Uranpecherz wird ebenso wie zu Joachimsthal und Schneeberg von Braunspat begleitet; außerdem ist Johanngeorgenstadt der Fundort für zahlreiche sekundäre Uranmineralien, wie Uranglimmer, Pittinerz (verwittertes Uranpecherz), Uranocker, Urangummi, Uranblüte und Uranvitriol (? $USO_4 . H_2O$) usw. Besonders der Gottes Segen Spat ist ergiebig an Uranerz und soll zeitweise in einem Anbruch 30 Ztr. dieses Minerals geliefert haben. Reich an Wismuterzen ist der Glück mit Freuden Gang. Wismutocker ist das hauptsächlichste derselben. Zu Johanngeorgenstadt zeigt sich eine ähnliche Veredelung der Gänge durch „Schwebende“, wie zu Schneeberg; sobald die Gänge in den Granit eintreten, werden sie in der Regel taub.

Gegenwärtig findet diesseits und jenseits der Grenze durch 8 Gruben Gewinnung von Wismut und untergeordnet von Uranerzen statt; die Erzeugung an ersterem beträgt jährlich nur wenige Tonnen. Johanngeorgenstadt wurde als Bergstadt von böhmischen Einwanderern im Jahre 1654 gegründet.

Die anfangs auf Silbererze, späterhin besonders auch wegen ihres Kobaltgehaltes abgebauten Gänge von **Annaberg**[1]) setzen in einer kuppelförmigen Aufwölbung der Gneisformation auf; diese besteht in ihrer unteren Stufe, ähnlich wie zu Freiberg, aus Biotitgneis, der als untergeordnete Einlagerungen Quarzitschiefer, Amphibolit, Amphibolgneis, Muskovitgneis und zweiglimmerigen Augengneis führt, in ihrer oberen hauptsächlich aus Muskovitgneis (oder rotem Gneis). Die auf sechs Gangfelder verteilten Kobaltsilbererzgänge, neben denen die Zinnerz-, kiesigen Bleierz- und Roteisensteingänge immer nur eine ganz untergeordnete Rolle gespielt haben, sind fast nur an diese Gneise und zum kleinen Teile auch an die darüberliegenden Glimmerschiefer gebunden. Zwei kleine Granitmassen treten aus den kristallinen Schiefern hervor, und zahlreiche Apophysen und Gänge von granitischen Ganggesteinen und Lamprophyren durchziehen letztere z. B. unmittelbar bei Annaberg in Buchholz. Die teilweise zu „Wacke“ umgewandelten Basaltgänge sind mehrfach in den Gruben angefahren worden, die die Landschaft beherrschenden Kuppen des Pöhlberges, Scheibenberges und Bärensteins bestehen aus basaltischen Gesteinen, Phonolithe finden sich im südlichen Teile des Gebietes.

Das Annaberger Bergrevier im weiteren Sinne besteht aus den vier früheren Revieren von Annaberg, Buchholz, Scheibenberg und Oberwiesenthal; nur das erstere hat längere Zeit hindurch eine größere Bedeutung behalten. Die 215 bekannten Silberkobaltgänge sind teilweise über 1 km,

---

Manuskript H. Müllers, Über die Erzgänge im Fastenberge bei Johanngeorgenstadt, Freiberg 1850.

[1]) H. Müller, Die Erzgänge des Annaberger Bergrevieres; Erl. z. geol. Specialkarte v. Sachsen, 1894, Lit.



einige sogar weiter als 2 km im Streichen verfolgt worden; ihre Mächtigkeit beträgt 10—20 cm, seltener bis 1,5—2 m. In der Gangfüllung ist der Schwerspat eines der ältesten und verbreitetsten Gebilde; der Flußspat von Annaberg ist wegen seiner Schönheit berühmt. Der meistens jüngere Quarz, der manchmal Pseudomorphosen nach letzteren beiden bildet, tritt mitunter als Hornstein auf; Braunspat und Kalkspat sind weitere Gangarten. Erze sind: Speiskobalt (z. T. sog. Wismutkobaltkies mit mechanisch eingewachsenem Wismut), Chloanthit, Rotnickelkies, Weißnickelkies, Millerit, Wismut, z. T. derb, körnig oder gestrickt, selten Wismutglanz; quantitativ zurücktretend und stets jünger als die vorigen sind lichtes und dunkles Rotgiltigerz, beide gleich häufig, Silberglanz, von dem angeblich reine Massen bis zu 38 Pfd Gewicht vorgekommen sind, Silberschwärze und „Silberbeschlag", gediegen Silber, früher stellenweise in großer Menge, ebenso Hornsilber, angeblich bis 20 Pfd. schwer, seltener Stephanit; Markasit (z. T. als mit Silbererz verwachsener Leberkies), Pyrit, Kupferkies, Kupferfahlerz, Bleiglanz, rote und braune Blende, Uranpecherz, Antimonit, gediegen Arsen sind nur untergeordnet vorgekommen und ausgebeutet worden. Pyromorphit, sekundäre Nickel-, Kobalt- und Kupfererze sind die jüngsten Gebilde. Die Struktur der Gänge ist im allgemeinen eine massige. Das Altersverhältnis zwischen den Silberkobaltgängen und den Eruptivgesteinen ist zu Annaberg dasselbe wie zu Joachimsthal: sie sind jünger als die Ganggesteine aus der Gefolgschaft der Graniteruption und in der Hauptsache älter als die tertiären Eruptivgesteine, innerhalb deren sich nur da und dort noch (sekundäre ?) Ansiedelungen von edlen Silbererzen finden.

Die Entdeckung der Annaberger Silbererze geschah im Jahre 1492 und hatte schon im Jahre 1496 die Gründung der Stadt und 1501 die des Ortes Buchholz zur Folge. Viele hundert Gruben entstanden, von denen aber nur ein kleiner Teil für längere Zeit produktiv blieb; wie heute in Amerika gewährten auch damals im Erzgebirge die reichen Ausstriche mühelose große Ausbeute. Die reichen Erträgnisse dauerten bis zur Mitte des XVI. Jahrhunderts; das Gesamtausbringen der Annaberger Gruben von 1496—1600 berechnet Müller auf ungefähr $22^1/_2$ Mill. Mark. Im XVII. Jahrhundert lag der Bergbau fast ganz darnieder, wiewohl schon im Jahre 1649 die Verwertung der Erze zur Fabrikation der Kobaltblaufarben begonnen hatte. Diese nahm späterhin einen hohen Aufschwung und brachte besonders die Grube Markus Röhling, nordwestlich von Annaberg, zu erneuter Blüte. Von 1733—1857, dem Jahre ihrer Auflassung, erzeugte diese 30840 Pfd. Silber und 51326 Ztr. Kobalterz im Werte von 4290700 Mark. Spätere Versuche, den Annaberger Bergbau wieder zu heben, dauerten bis 1892.

Das Ganggebiet von **Joachimsthal**[1]) auf dem böhmischen Südabfall des Erzgebirges liegt am Ostrande der großen Granitmasse in einer Glimmerschiefer-

---

[1]) Mathesius, Berg-Postilla oder Sarepta, Nürnberg 1562. — Vogl, Drei neue Mineral-Vorkommen von Joachimsthal; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., IV, 1853, 220 bis 223. — Ders., Lindackerit, eine neue Mineralspecies, und Lavendulan von Joachimsthal, nebst Bemerkungen über die Erzführung der Gänge; ebenda 552—557. — Ders., Der neue Silbererz-Anbruch auf dem Geistergange zu Joachimsthal am 1. Oktober 1853; ebenda V, 1854, 630—640. — Ders., Gangverhältnisse und Mineralreichtum Joachimsthals, Teplitz 1856. — Babánek, Über die Erzführung der Joachimsthaler Gänge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXII, 1884, 1—5, 21—24, 61—62. — Ders., Die uranhaltigen Skapolith-Glimmerschiefer von Joachimsthal; ebenda XXXVII, 1889, 343 bis 345. — Ders., Beschreibung der geologisch-bergmännischen Verhältnisse der Joachimsthaler Erzlagerstätten; in dem Tafelwerke: Geologisch-bergmännische Karte mit Profilen von Joachimsthal nebst Bildern von den Erzgängen in Joachimsthal und von



zone, welche im Westen von dem wenige Kilometer entfernten Granit abgeschnitten wird, im Osten an den Gneis des die Gegend beherrschenden, 1244 m hohen Keilberges grenzt. Die hangenden Schichten der Glimmerschiefer, die „Joachimsthaler Schiefer“, das hauptsächlichste Nebengestein der Gänge, bestehen aus feinkörnigen, urtonschieferartigen, graphitischen, teilweise mit Kiesen imprägnierten Gesteinen neben Einlagerungen von Hornblendeschiefer, Eklogit, Urkalk, und Kalkschiefer. Stellenweise treten auch Fahlbandschiefer auf. Von älteren Eruptivgesteinen durchziehen das Gebiet z. T. mächtige, meistens NW.—SO. streichende Quarz- und Granitporphyre, sowie Minette; sie werden von den Erzgängen durchsetzt. Jünger als die letzteren sind die Gänge von Nephelinbasalten und verwandten Gesteinen, die, wenn sie stark zersetzt sind, als Wackengänge bezeichnet werden, und die sogen. Putzenwacke, eine aus Basalttuff bestehende Spaltenfüllung. Die im nördlichen Böhmen und dem südlichen Erzgebirge verbreiteten Phonolithdurchbrüche sind auch im Joachimsthaler Gebiete durch ein Vorkommen vertreten. Als Merkwürdigkeit sei erwähnt, daß man in der Putzenwacke außer Bruchstücken von Schiefer, Porphyr, Granit und den Erzgängen auch verkieseltes Holz antrifft.

Die Erzgänge von Joachimsthal verlaufen zum größeren Teile nordsüdlich; solcher „Mitternachtsgänge“, die im allgemeinen die reichsten sind und sich bis zu 2 km Länge verfolgen lassen, zählt man 21. Eine andere Gruppe, 15 an der Zahl, ist ungefähr OSO.—WNW. (h. 6—7) gerichtet; diese den Schiefern etwa parallel streichenden „Morgengänge“ sind, soweit das die Füllung anlangt, bald jünger, bald älter als die Gänge der ersten Gruppe. Nach Laube und Babánek hat die Mineralansiedelung teilweise noch nach der Eruption der tertiären Basalte angedauert; doch handelt es sich dabei nach Stĕp und Becke nur um ganz untergeordnete sekundäre Umlagerungen. Die Gänge durchsetzen und verwerfen z. T. die Porphyre oder werden von diesen geschleppt, sie schleppen umgekehrt mitunter die Basaltgänge, von denen sie ebenso wie von den „Putzenwacken“ durchbrochen werden (Fig. 158). Von den 36 Gängen sind nur wenige noch abbauwürdig; sie gehören alle zu den Mitternachtsgängen, wie der Hildebrandgang, der besonders reiche Uranerze lieferte, der Geistergang, der zwischen 1847—1867 allein 15418 Ztr. Silbererz im Werte von ungefähr 1800000 Mark ergab, der Prokopigang, der Junghäuerzechergang und einige andere. Die ganze Erzzone hat eine Länge von 3,2 und eine Breite von 1,3 km und zerfällt in eine östliche und eine westliche Abteilung; einzelne Morgengänge streichen durch beide Felder und erreichen bis zu 2 km Länge. Die Mächtigkeit der zur Zertrümerung neigenden Gänge beträgt 15—60 cm, selten 1—2 m. Einige der

den Kupferkies-Lagerstätten bei Kitzbühel. Redig. von v. Friese und Göbl, 1891, Lit. — Babánek und Seifert, Zur Geschichte des Bergbau- und Hüttenbetriebes von Joachimsthal in Böhmen; Leob. Jahrb., XLI, 1893, 63—154. — Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, II, 1885, 217—228. — Laube, Geologie des böhmischen Erzgebirges; I, 1876, 176—194; II, 1887, 126—128. — Stĕp und Becke, Das Vorkommen des Uranpecherzes zu Joachimsthal; Sitzungsber. math.-naturw. Kl. Kais. Ak., d. Wiss., CXIII, I. Abt., 1904, 585—618. — Andrimont, Les filons de pechblende de Joachimsthal; Ann. Soc. géol. d. Belg., XXXI, 1904, Bull., zitiert von den vorigen.



nordsüdlich streichenden verlieren sich nach oben in eine schmale Kluft. Die Ausfüllung der Mitternachtsgänge ist im Westen vorherrschend eine lettig-bröckelige mit meist hornsteinartigem Quarz als vorwaltender Gangart, im Osten eine zumeist kalkig-dolomitische; beide zeigen stellenweise den Charakter der für die Roteisen- und Manganerzgänge des weiteren Gebietes eigentümliche Quarzbrockenfelse. Die Erzführung ist eine absätzige in unregelmäßigen Mitteln und im ganzen derjenigen von Schneeberg sehr ähnlich. Die Zahl der auf den Gängen einbrechenden, zumeist allerdings sekundären Mineralien ist eine außerordentlich große. In technischer Hinsicht unterscheidet man Silbererze, Kobalt-Nickelerze, Wismut-, Arsen- und Uranerze. Die Kobalt- und Nickelverbindungen und Wismut sind vorzugsweise an Quarz gebunden und bilden mit diesem die älteren Füllmassen der Gänge, während auch hier die edlen Silbererze die jüngsten Ansiedelungen darstellen. Das Uranpecherz nimmt eine mehr isolierte Stellung ein, wird von Quarz, Dolomit, Pyrit und Kupferkies begleitet und ist mitunter innig verwachsen mit Bleiglanz; es steht auch hier im Alter zwischen den Kobalt-, Nickel- und Wismut- und den Silbererzen. Von den Mineralien seien folgende genannt: Uranpecherz und dessen sekundäre Umwandelungsprodukte, gediegen Silber, Silberglanz, Akanthit und Silberschwärze, Stephanit, Rittingerit (? $As_2S_8Ag_{10}$), Xanthokon, Polybasit, Fahlerz, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Sternbergit, Argentopyrit, Horn-

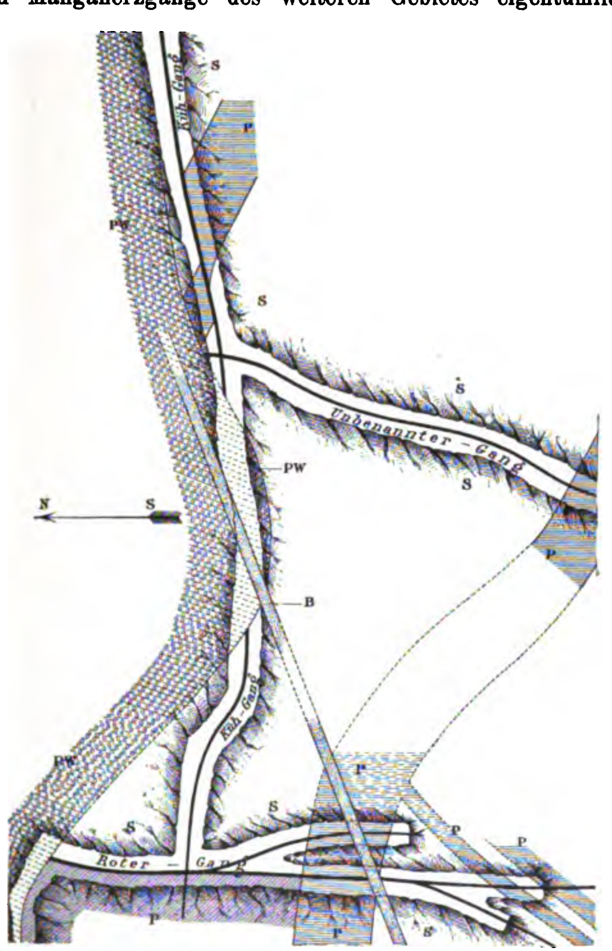


Fig. 158. Grundriß am Daniellstollen zu Joachimsthal.
(Stěp und Becke, 1904.)
S Glimmerschiefer, *P* Porphyr, *PW* Putzenwacke (Basalttuff), *B* Basalt.

silbererz, Rotnickelkies, Chloanthit, Millerit, Speiskobalt, Wismutkobaltkies, Wismut, Wismutglanz, Antimonit, gediegen Arsen, Arsenkies, Magnetkies, silberarmer Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Pyrit, teilweise silberhaltiger, mit Rotgiltigerz durchwachsener Markasit, Eisenglanz, Buntkupfererz, Kupferglanz, Gips, Kobalt- und Nickelblüte, Asbolan, Gänsekötigerz, Pharmakolith, Voltzit (Zn_5S_4O) usw. Gangarten sind Quarz, Kalkspat, Braunspat und stellenweise dunkelvioletter Flußspat („Stinkfluß"). Das Nebengestein ist mitunter bis zu 0,6 m Entfernung von den Gängen mit Silbererzen und auch mit Uranpecherz imprägniert. In den Porphyrgängen zerschlagen sich die Gänge und werden arm, bei der Durchkreuzung des Kontaktes zwischen dem Eruptivgestein und den Schiefern finden sich hingegen mitunter die reichsten Erzmittel, wie die oben erwähnten großen Silbererzmassen des Geisterganges; ähnliches gilt für die Urkalkeinlagerungen. Man glaubt in Joachimsthal die Erfahrung gemacht zu haben, daß die Nordgänge dann am reichsten sind, wenn sie sehr steil einfallen. Spitzwinkelige Gangkreuze verursachen Adelszonen, welche bis in große Teufen angehalten haben. Den Einfluß verschiedenen Nebengesteines auf die Erzführung der Gänge hat besonders Babánek ausführlicher behandelt. Nach Štěp und Becke ist es eine sichere Tatsache, daß auf den Nordgängen im westlichen Grubenrevier die Kobalt-Nickelerze in den tieferen Horizonten ausbleiben und dafür die Uranerze zunehmen. Man hatte deshalb früher auf den bis zu geringerer Tiefe erschlossenen Gängen der Umgebung kein Uranpecherz gefunden. Die Silberführung war eine besonders reiche in den obersten Horizonten.

Sichere Nachrichten über den Bergbau von Joachimsthal stammen erst aus dem Jahre 1512; eine große Bedeutung hatte dieser zu der Zeit des wegen seiner „Sarepta" berühmt gewordenen Schulmeisters und Predigers Mathesius (zu Joachimsthal 1532—1565). Das Kriegselend des dreißigjährigen Krieges und die Pest von 1645 brachten den Bergbau ganz herunter. Im Jahre 1665 begann man auch hier die Kobalterze zur Farbenfabrikation zu verwerten. Seit 1853 werden zu Joachimsthal Uranfarben dargestellt, und jetzt bildet Uran den Hauptgegenstand der Gewinnung; neben Cornwall und dem Gilpin County in Colorado ist gegenwärtig Joachimsthal der hauptsächlichste Uranproduzent der Erde. Die Uranerzförderung des fiskalischen Bergbaues und der Edelleutstollen-Gewerkschaft hat im Jahre 1902 46 t, der Wert der Produktion von Uranpräparaten auf der dortigen Hütte über 160000 Mark betragen.

Auf der böhmischen Seite des Erzgebirges hat weiter ein ergiebiger Silber- und Kobaltbergbau stattgefunden zu Abertham, Platten, Junghengst und auf der Schönerzzeche bei Gottesgab, wo noch in neuerer Zeit Betrieb bestand; ferner zu Weipert, Preßnitz und Böhmisch Wiesenthal. Die dortigen Lagerstätten dürften fast alle nur zerstreute Glieder des in Rede stehenden Gangtypus gewesen sein.

Um **Marienberg**[1]) sind 143 größtenteils in Zweiglimmergneis aufsetzende, wenige Zentimeter bis zu 0,7 m mächtige Gänge bekannt. Sie durchschneiden sich netzförmig und sind in den Kreuzpunkten und im Durchschnitt mit erz-

[1]) v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 25—26. — Weisbach, Mineralogische Mitteilungen; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. i. Königr. Sachsen, 1878, II, 54—69. — Notizen Stelzners, z. T. nach mündlichen Mitteilungen H. Müllers. Einer kleinen, gelegentlich der Erzgebirgischen Industrieausstellung (1894) erschienenen Schrift wurden die historischen Angaben entnommen.



führenden „Schwebenden“ edel. Gerade die Veredelung auf Gangkreuzen ist zu Marienberg eine von alters her bekannte, für den Betrieb höchst wichtige Erscheinung. Die Erze bestehen aus gediegen Arsen, gediegen Silber, Rotgiltigerz, Silberglanz, Glaserzschwärze, Argentopyrit, Gänsekötigerz und Leberkies; Uranpecherz, Speiskobalt, Nickelerze, Bleiglanz, Pyrit, Kupfer- und Arsenkies sind untergeordnet; Schwerspat, Braunspat, Flußspat und Quarz sind die Gangarten.

Die Erzgänge durchsetzen mehrfach sogen. „Kalk“- und „Porphyrgänge“, d. s. feinkörnige syenitische und nach Schalch auch dioritische Ganggesteine. Der Hauptgang des Rudolfschachter Gebietes schleppt sich auf große Entfernung hin mit einem älteren Syenitgang und bildet edle Kreuze mit dem Bauer Morgengang und dem Gottes Segen Morgengang, sowie ein Durchfallungskreuz mit dem Salomon Flachen. Der Erzreichtum besteht dann besonders in Drusen von schön kristallisiertem Rotgiltigerz, mit schaligen Massen von gediegen Arsen, überzogen von Gänsekötigerz; Markasit, Schwerspattafeln und Flußspatkriställchen begleiten das Reicherz. Außer den Kobaltsilbererzgängen kommen auch im Marienberger Revier Gänge mit Zinnerz, solche der kiesigen Bleiformation, edle Braunspatgänge und Eisen-Manganerzgänge vor; sie haben aber niemals eine größere Bedeutung gehabt. Doppelgänge mit den „groben Geschicken“ der kiesigen Bleiformation und den „edlen Geschicken“ der Kobaltsilbererze sind häufig.

Der Marienberger Bergbau hat eine ähnliche Geschichte durchlaufen wie die übrigen Bergstädte des westlichen Erzgebirges. Die Gänge wurden 1519 entdeckt, die Stadt 1521 gegründet; der Bergbau blühte so rasch empor, daß im Jahre 1540 17 Gruben für ein einziges Quartal 113262 Species-Thaler als Ausbeute geben konnten; aber schon Ende des XVI. Jahrhunderts war er auch hier infolge von Seuchen, Teuerung, Kriegen und Bränden fast vernichtet. Die Gesamtausbeute von 1520—1600 hatte 12796886 Mark betragen. Seit 1888 besteht die Gewerkschaft Vater Abraham-Fundgrube, die aus einer 1861 gegründeten Aktiengesellschaft hervorgegangen ist. Die letzten erträgnisreicheren Jahre waren 1892—1894, als man ein reiches Gangkreuz auf dem Amandus-Flachen angefahren hatte; so betrug 1892 die Förderung 92 t, im Jahre 1893 66 t Silbererze. Seitdem hat die Ausbeute abgenommen, und seit 1900 wurde überhaupt nur ein wenig Uranpecherz geliefert.

Mit der Füllung der Kobalt-Silbererzgänge des westlichen Erzgebirges sind nach H. Müller die „Edlen Geschicke“[1]) der **Freiberger** barytischen Bleierzgänge zu vergleichen, welche nach seiner Auffassung eine jüngere Ausbildungsweise der barytischen Bleiformation darstellen und niemals selbständig, sondern auf Gängen der letzteren und auf Kreuzen derselben auftreten und zu ihrer außerordentlichen Veredelung beitragen. Die typischen Erze der edlen Geschicke sind: Proustit, Pyrargyrit, gediegen Silber, Silberglanz, Silberschwärze, Stephanit, Polybasit, Weißgiltigerz, silberreicher Bleiglanz, Bournonit, silberreicher Markasit (als „Leberkies“), gediegen Arsen, Chloanthit, Weißnickelkies, Rotnickelkies, Speiskobalt und Uranpecherz, seltener Argyropyrit, Argentopyrit, Argyrodit, Feuerblende, Glanzkobalt, Kobaltkies, Federerz, Clausthalit, gediegen Wismuth, Wismuthglanz, Nickel- und Kobaltblüte.

Die Silberkobaltformation ist nach Vogelgesang auch in der Gegend von **Wittichen**[2]) im badischen und württembergischen Anteile des oberen Kinzigtales

[1]) Breithaupt, Paragenesis, 250—254.

[2]) Vogelgesang, Geognostisch-bergmännische Beschreibung des Kinzigtaler Bergbaues; Karlsruhe 1865, 19—21. — Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge; II, 1885, 327—431, Lit.

vertreten. Der jetzt aufgelassene Bergbau hatte im allgemeinen nicht sehr weitstreichende Gänge von geringer Mächtigkeit zum Gegenstande. Diese setzen in Granitit, Gneis, in Rotliegendem und Buntsandstein auf und zeigen vielfache Neigung sich zu zertrümern; ihre hauptsächliche Entwickelung besitzen sie im Granitit und sind darin umso ärmer, je frischer dieser ist, während bei tiefreichender Zersetzung des Gesteines nicht nur die Gänge reicher waren, sondern auch das letztere sich als mit Erzen imprägniert erwies. Nach Sandberger brechen auf den Wittichener Gängen folgende Erze und Gangarten ein: Gediegen Silber, Silberglanz (Akanthit), Polybasit, Proustit, Xanthokon, Rotnickelkies, Speiskobalt, Safflorit, Arseneisen, Wismuth, Wismuthglanz, Wittichenit (Cu_3BiS_3), Klaprothit ($Cu_6Bi_4S_9$), Emplektit (Kupferwismutglanz, $Cu_2Bi_2S_4$), Epigenit ($Fe_2Cu_8As_2S_{12}$), Kobaltwismutfahlerz, Kupferkies, Buntkupfererz, Pyrit, Bleiglanz, Realgar, Auripigment, Quarz, viel Schwerspat, teilweise sehr reichlich Flußspat, Braunspat, Eisenspat und eine sehr große Zahl sekundärer Verbindungen.

Der Bergbau im badischen Anteile des oberen Kinzigtales dauerte von Beginn des XVIII. bis gegen die Mitte des XIX. Jahrhunderts; man gewann Silber- und Kobalterze, welch letztere daselbst in einem Blaufarbenwerke verarbeitet wurden. Der Umfang der ehemaligen Produktion erhellt daraus, daß man allein von 1707—1764 94545 Zentner Farben dargestellt hat. Durch schlechte Wirtschaft soll der Bergbau zugrunde gegangen sein.

Der wichtigste Silberbergbau in Spanien[1]) war derjenige von **Guadalcanal** in der Provinz Sevilla. Die Silbererze, Silberglanz, Rotgiltigerz und gediegen Silber, werden von Spateisenstein und Kobalterzen begleitet und fanden sich hauptsächlich auf der Durchkreuzung zweier nordsüdlich bezw. NO.—SW. streichender Gänge in silurischem Schiefer. Mit der Entfernung von diesem Gangkreuz nahmen die Kobalterze überhand und die Gänge wurden unbauwürdig. Im Hangenden des einen Ganges fuhr man noch im Jahre 1775, kurz bevor der Abbau wegen einer in geringer Tiefe den Gang abschneidenden Verwerfung aufgelassen wurde, einen schwach rotgiltigerzführenden, barytischen Fahlerzgang an. Die Silbererze von Guadalcanal waren schon den Karthagern und Römern bekannt und wurden seit 1551 30 Jahre lang von den Fuggern mit großem Gewinn abgebaut; späterhin bestand von 1768—1775 einiger Bergbau. Um 1884 wurden die bergmännischen Versuche wieder aufgenommen, eine Silbergewinnung scheint aber gegenwärtig in der Provinz Sevilla nicht zu bestehen.

Beim Bau der Temiskaming-Ontario-Eisenbahn in Ontario hat man in der Nähe des **Temiskaming-Sees**[2]) mehrere in huronischen Konglomeratschiefern aufsetzende, durchschnittlich nur 0,3 m mächtige Gänge mit gediegen Silber, Silberglanz, Pyrargyrit, Antimonsilber, Speiskobalt, Chloanthit, Rotnickelkies, Millerit, Wismut, Fahlerz, Arsenkies und gelegentlichem Graphit entdeckt. Reichlicher vorhanden sind ferner Kobaltblüte, Nickelblüte sowie Asbolan, während Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit und Zinkblende nur untergeordnet auftreten. Quarz und vor allem Kalkspat werden als Gangarten erwähnt. Gediegen Silber und Kobaltblüte sind besonders in den Ausstrichen angetroffen worden. Die noch unvollkommen erschlossenen Lagerstätten werden als Kobalt-Nickel-Silbererzgänge bezeichnet.

[1]) d'Achiardi, I metalli, I, 1883, 164—166, Lit. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux II, 777—779. — Hoppensack, Über den Bergbau in Spanien überhaupt und den Quecksilber-Bergbau zu Almaden insbesondere, 1796, 33—37.

[2]) Miller, Cobalt-nickel arsenides and silver in Ontario; Eng. Min.-Journ., LXXVI, 1903, 888—889. — Map of cobalt-nickel-arsenic-silver area near Lake Temiskaming, Ont., to accompany Report of W. G. Miller in XIV. Rep. of the Bureau of Mines, 1905.



E. Die Silberzinnerzgänge.

Die Bedeutung dieses Gangtypus ist von Stelzner hervorgehoben worden. Als den „Typus Potosi" hat er eine in Bolivia[1]) weitverbreitete Mineralkombination bezeichnet, welche „als gleich alte und allem Anscheine nach gleichartig entstandene Elemente Zinnerz, Zinnkies und Wolfram mit Sulfiden und Sulfosalzen des Silbers, Kupfers, Bleies, Wismuts, Antimons und in Begleitung von Quarz, Baryt und Karbonspäten vereinigt" zeigt. Von den echten Zinnerzgängen, wie sie als Produkte der letzten Erstarrungsvorgänge vor allem an Granit, untergeordnet auch an saure Gang- und Ergußgesteine und deren Nebengestein gebunden sind, sollen sich die bolivianischen Silberzinnerzgänge durch das Fehlen von Turmalin, Topas, Flußspat und Apatit unterscheiden. Haben auch neuere Funde da und dort das eine oder andere dieser Mineralien nachgewiesen oder wenigstens ihr gänzliches Fehlen zweifelhaft gemacht, so bleibt doch die Tatsache bestehen, daß sie auf diesen Gängen äußerst selten sind. Das Zinnerz bricht auf manchen der in Rede stehenden Gänge massenhaft ein, in anderen ist es in ähnlicher Weise wie in den Freiberger Zinkblenden, z. B. im Bleiglanz, in der Gestalt von Mikrolithen enthalten und läßt sich durch Säuren daraus befreien, auf wieder anderen ist es nur spurenweise in den Erzen auf analytischem Wege nachzuweisen oder in der Form von Sulfostannaten oder auch als Zinnkies ($FeCu_2SnS_4$) darin vertreten. Im allgemeinen sind die Gänge besonders in den oberen Teufen, mitunter nur bis zur Tiefe von wenig Metern, manchmal aber auch sehr erheblich tiefer, reich an teilweise ganz derbem Zinnstein; dies gilt für die Zone der „Pacos", d. h. die entschwefelten, sehr eisenschüssigen Ausstriche, die z. T. ungeheure Massen von sekundären Silbererzen enthalten haben. Letztere sind schon frühzeitig abgebaut worden, während man das Zinnerz zumeist stehen ließ; das Vorkommen des letzteren auf den wegen ihres Silberreichtums schnell zu hohem Ruhm gelangten Gängen von Bolivia ist

[1]) Reck, Geographie und Statistik der Republik Bolivia; Peterm. Mitt., 1865, 257—261, 281—295; 1866, 299—305, 373—381; 1867, 243—251, 317—329. — Ders., Die Silberminen von Potosi; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 389—392, 399—401. — Ders., Beiträge zur Kenntnis des bolivianischen Bergbaues; ebenda, XXVII, 1868, 77—79; XLIII, 1884, 125—127; XLV, 1886, 377—379, 389—392, 405—407. — Rück, Die Silberminen von Potosi und einige allgemeine Bemerkungen über bolivianische Bergwerksverhältnisse; ebenda XVII, 1858, 275—276, 281—284, 289—292. — Gmehling, Metallurgische Beiträge aus Bolivia; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVIII, 1890, 269—273, 281—286, 294—298. — Ders., Mitteilungen über Potosi (Bolivia); ebenda XXXIX, 1891, 513—516, 524—526. — Minchin, The mineral resources of Bolivia; Iron, XXXVII, 1891, 536. — Ders., Tin mines of Bolivia; Eng. Min.-Journ., LI, 1891, 586—587. — Pfordte, The mining district of Oruro, Bolivia; ebenda, LIII, 1892, 447—448. — Wendt, The Potosi, Bolivia, silver-district; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XIX, 1891, 74—107. — Wiener, Les mines d'argent d'Oruro (Bolivie); Ann. d. Mines (9), V, 1894, 511—520. — Stelzner, Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias, ein Beitrag zur Naturgeschichte des Zinnerzes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLIX, 1897, 51—142. Mit zahlreichen weiteren Lit.-Ang. — Frochot, L'étain en Bolivie; Ann. d. Mines (9), XIX, 1901, 186—222. — Rücker, Das Silberbergwerk Pulacayo in Bolivien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 462—464.



gleichwohl schon von Anfang an bekannt gewesen. Das in tonnenschweren Blöcken auftretende Zinnerz hat häufig eine glaskopfartige oder konkretionäre Beschaffenheit, wie sie das sogen. Holzzinn auszeichnet. Stelzner hat es zweifellos gemacht, daß das Vorkommen dieser Art eine merkwürdige sekundäre Anreicherung von früher fein verteiltem Zinngehalt im eisernen Hut, die Bildung eines „zinnernen Hutes" darstellt. Zum Teil tritt das Erz aber auch in derben Partien in den „Negrillos", d. h. den unverwitterten Sulfiden der Tiefe auf, ist ganz besonders gern von reichlichem Pyrit begleitet und dann sicherlich primär. Der Silbergehalt dieser Gänge ist im allgemeinen an silberhaltige, mitunter sehr schön kristallisierte Fahlerze gebunden. Man könnte sie deshalb auch als die Formation der Silberfahlerzgänge bezeichnen, denen dann wohl eine Reihe anderer, wie die früher erwähnten von Ancachs in Peru, zuzuzählen wären. Soweit bekannt, fehlt aber diesen letzteren der Zinngehalt. Bezeichnend für die Silberzinnerzgänge von Bolivia und deren absonderliche Stoffkombination ist auch das mehrfach nachgewiesene Auftreten von seltenen Germaniumverbindungen. Eine der merkwürdigsten Tatsachen ist endlich die weite Verbreitung gerade dieses Gangtypus über einen einzigen, ungefähr 800 km langen Landstrich, ein großartiges Beispiel für die Herausbildung einer lokalisierten Erzzone von bestimmtem stofflichen Charakter in einem breiten Gebiete der Erdkruste. Der Zusammenhang ihrer Entstehung mit dem Empordringen saurer tertiärer Eruptivgesteine ist ein unzweifelhafter; denn die Gänge setzen entweder in Rhyolithen oder Daciten oder in benachbarten paläozoischen Sedimenten auf.

Das bolivianische Silberzinnerzgebiet ist im großen ganzen die zwischen der Binnenkordillere und dem vulkantragenden Küstengebirge sich ausbreitende Hochebene, auf welcher im Norden in 3854 m Höhe der Titicacasee, weiter südlich in 3687 m der See von Aullagas liegt. Die höchsten Gipfel der Binnenkordillere sind der 7513 m hohe Illampu und der 200 m niedrigere Illimani, beide von älterem, teilweise granitischem Gestein gebildet; jenes östliche Gebirge besteht hauptsächlich aus paläozoischen Sedimenten mit eruptiven Durchbrüchen verschiedenen, teilweise auch tertiären Alters. Viele Gänge gehören dieser Gebirgskette selbst an und werden z. T. in sehr beträchtlichen Höhen abgebaut. Silber-, Gold- und Kupfererzgänge anderer Art als die hier zu besprechenden sind besonders in dem Küstenland und in der Küstenkordillere bekannt.[1])

Einer der berühmtesten Silberbergbaue der neuen Welt war früher derjenige am **Cerro de Potosí,** der über der 4000 m hoch gelegenen Stadt gleichen Namens bis zu 4900 m emporsteigt. Die Zahl der bearbeiteten Erzgänge beläuft sich auf etwa 60, darunter 6 mächtigere; im ganzen handelt es sich um ein nach oben zu sich vielfach zerschlagendes Spaltensystem, das in Tonschiefer und Rhyolith aufsetzt und an einen nach oben geöffneten Fächer erinnert. Die Hauptgänge der Teufe haben eine durchschnittliche Mächtigkeit von 1 m. Das Nebengestein ist gebleicht, kaolinisiert, lettig zersetzt oder durchaus verkieselt und mit Pyrit und anderen Erzen imprägniert. In den „Pacos"

[1]) Siehe die Übersichtskarte bei Stelzner.



und den den Übergang zum frischen Erz bildenden „Mulattos“ lagen ungeheure Massen von gediegen Silber, Chlorsilber, Rotgiltigerz, Stephanit usw. Die in Teufen von mehr als 300—400 m abgebauten „Negrillos“ bestehen in der Hauptsache aus Eisenkies, untergeordnet aus Kupferkies und Fahlerz (mit 2,2 % Silber), sehr untergeordnet auch aus Zinkblende und Bleiglanz. Arsenkies und Zinnkies, beide auch kristallisiert, sind gleichfalls verbreitet. Das Zinnerz kommt in den Negrillos in derber Verwachsung mit dem Pyrit, z. T. in diesen fein eingesprengt, in den Pacos in hornstein- oder glaskopfartigen Massen vor. Hauptgangart ist Quarz, daneben sind Kalkspat und Steinmark vertreten.

Die Gänge am Cerro de Potosí wurden den Spaniern im Jahre 1545 bekannt und alsbald in tausenden von kleinen Gruben in Abbau genommen, so daß der 11 km im Durchmesser haltende Berg von ungefähr 5000 kleinen Bauen durchlöchert ist. Während der Betriebszeit unter spanischer Herrschaft, von 1545—1803, betrug die Silberausbeute von Potosí 1370 Mill. Piaster (5480 Mill. Mark); zu Beginn des XIX. Jahrhunderts verfiel der Bergbau, hat aber etwa seit 1850 wieder neuen Aufschwung genommen.

Für die Zinnerzproduktion kommt Potosí weniger in Betracht als der Distrikt von **Oruro;** dieses war in früheren Zeiten nach Potosí die bedeutendste Minenstadt Bolivias. Der Ort liegt an einer niedrigen, aus der Pampa aufsteigenden, von paläozoischem Tonschiefer und Durchbrüchen von Dacit gebildeten Berggruppe. In ihr, und zwar sowohl in den Tonschiefern wie in dem Eruptivgestein, setzen die 0,1 bis mehrere Meter mächtigen Gänge auf, die in früherer Zeit in tausenden von Gruben bearbeitet worden sind. Die Negrillos bestehen auch hier hauptsächlich aus Pyrit in bis zu 2 m mächtigen Massen, durchwachsen mit Sulfiden von Silber, Kupfer, Antimon und mit Zinnerz, das alle anderen Erze bis in die jetzt erreichten Teufen begleitet und häufig 5—20 % der Erzführung ausmacht. Der durchschnittliche Silbergehalt beträgt auf den Bauen des Socavon de la Virgen 0,31 %. Außer dem Eisenkies führen die Gänge, teilweise in den Pacos, u. a. folgende Mineralien: ged. Silber, Chlorsilber (bildete bis 150 Fuß Teufe das Hauptsilbererz), Rotgiltigerz, Stephanit, Antimonfahlerz, Freieslebenit (?), Bleiglanz (Mikrolithen von Zinnerz enthaltend), Zinkblende, Arsenkies, Antimonit, Sundtit ($(Ag_2Cu_2Fe)Sb_2S_6$), Bournonit, Zinckenit, Zinnerz in derben Massen, bedeckt mit Visiergraupen und als Holzzinn, Wolframit, Quarz und Eisenspat.

Von Oruro her werden schon seit langer Zeit größere oder geringere Mengen von Zinnerz exportiert. Um 1830 war es fast der einzige Gegenstand des Bergbaues. Die Stadt wurde im Jahre 1568 gegründet; um 1780, als durch einen Indianeraufstand der bis dahin in hoher Blüte stehende Silberbergbau vernichtet wurde, gab es 400 Grubenbesitzer. Erst im letzten Drittel des XIX. Jahrhunderts, neuerdings begünstigt durch den Bau der Eisenbahn von Antofagasta nach La Paz, welcher der ganzen Minenindustrie Boliviens einen neuen Aufschwung verlieh, hat Oruro etwas von seiner alten Bedeutung wiedergewonnen, und seine weitere Umgebung bildet jetzt überhaupt den wichtigsten Zinndistrikt des Landes. Von zwei Minengesellschaften gewann die eine 1887—1891 etwa 108600 kg Silber, das 0,47 % der Fördermasse ausmachte, die andere 1888 bis

1891 52728 kg oder 0,63 %. Im Jahre 1891 soll das Gesamtausbringen zu Oruro 57060 kg, von 1865—1891 über 1 Mill. kg betragen haben.

Sehr ergiebige Zinnerzminen liegen bei **Huanuni** (oder Guanuni) am Berge Poscovi; nach Frochot sollen alljährlich 3000 t Zinnerz produziert werden. Auch hier bildet zinnerzhaltiger Pyrit die Hauptmasse des Erzes auf den stockwerkartig den Berg durchziehenden Gängen. Reine Massen von Zinnerz setzen bis zu einer Teufe von 200 m hinab. Andere Gruben liegen bei Challa und Apacheta, wo u. a. ein 8—10 m mächtiger Gang bearbeitet wird, und bei Llallagna, wo die gegenwärtig nicht abgebauten Gänge in „Trachyt" (Dacit?) aufsetzen. Der Gang von **Colquiri** gehört zu den reichsten Boliviens; er ist früher auf Chlorsilber bearbeitet worden, enthält aber auch in seinen oberen Teufen große Massen von Zinnerz. In der Tiefe brechen die gewöhnlichen Sulfide und Silbererze ein; Quarz, Manganspat und Kalkspat sind die Gangarten. Das von Frochot erwähnte Vorkommen von Flußspat verdient deshalb einige Beachtung, weil es den übrigen Erzgängen dieser Art in Bolivia fremd zu sein scheint.

Zu Tres Cruces, 30 km von Colquiri, enthält der zinnerzführende Pyritgang auch etwas Wolfram. Die wichtigste Zinngrube Bolivias ist jetzt diejenige von **Avicaya,** mit 0,30—1,50 m mächtigen Gängen. Ob die Zinnerzgänge von Milluni an dem 6626 m hohen **Huayna Potosí,** im Norden des Landes, alle oder teilweise zu dieser Gruppe von Gängen oder eher zu den eigentlichen Zinnerzgängen gehören, erscheint fraglich. Ihr Nebengestein ist z. T. granitisch;[1]) nach Frochot wird das Zinnerz von Pyrit, der in der Teufe zunimmt, begleitet, und auf gewissen Gängen bricht auch Bleiglanz, Blende, Antimonit und Spateisenstein ein. Stelzner erwähnt Antimonnickelkies. Silbererze werden von diesen 0,6—4 m mächtigen Gängen, deren man mehr als 15 kennt, nicht genannt. Gänge von Zinnerz und anderen Mineralien sind am Huayna Potosí und überhaupt in dem Hochgebirge des Illampu nördlich von La Paz in großer Anzahl verbreitet, haben bisher aber nur auf den Gruben Huayna Potosí und Milluni eine teilweise Nutzbarmachung erfahren.

Weitere Silberzinnerzgruben sind die ziemlich spät wieder aufgenommenen von **Porco** und von **Pulacayo** südwestlich von Potosí. Pulacayo ist gegenwärtig der reichste Silbererzdistrikt von Bolivia und die Besitzerin der dortigen Gruben und des nahe gelegenen Hüttenwerks von Huanchaca, die französische Compañía Huanchaca de Bolivia, eine der bedeutendsten Montan- und Hüttengesellschaften Amerikas. Die mit einem 3276 m langen Stollen durchschlagenen Erzgänge von Pulacayo setzen in Dacit auf, der die Tonschiefer, rote Konglomerate und sandige Schieferletten durchbricht. Zwei nach oben zu sich zertrümernde Hauptgänge vereinigen sich in der Teufe von etwa 400 m zu einem einzigen Gangkörper von 1—3 m Mächtigkeit und außerordentlichem Adel. Der Hauptsilberträger ist hier wie zu Potosí ein Antimonfahlerz mit geringem Arsengehalt und 3—6, ja sogar mit 12—13 % Silber; außerdem enthalten die Erze viel Pyrit, braune Blende, Kupferkies, Bleiglanz, Antimonit und untergeordnete

[1]) Nach einer der Clausthaler Sammlung zugegangenen Probe.



Spuren von Wismut und Zinn; selten sind Silberglanz, Stephanit, Rotgiltigerz und Bournonit (?). Neben spärlicherem Baryt, Karbonspäten und Steinmark ist Quarz die Hauptgangart. Der durchschnittliche Silbergehalt des Erzes betrug 1891 0,4—0,5 %. Die Gänge von Pulacayo sind schon sehr frühzeitig bearbeitet, dann aber fast vergessen und erst 1830 wieder entdeckt worden. Der spätere Aufschwung des Silberbergbaues datiert erst seit 1873. Die Huanchacagesellschaft hat allein von 1873—1888 gegen 220 Mill. Mark Ausbeute erzielt; im Jahre 1899 betrug letztere fast 9 Mill. Mark. Seit 1893 werden die Erze auch teils auf der Hütte von Playo Blanco, 4 km vom Hafen Antofagasta und 647 km von Pulacayo entfernt, teils zu New York und Panama verschmolzen.

Die Zinn- und Wismutlagerstätten von Tasna und Chorolque, auf denen gleichfalls edle Silbererze einbrechen, und welche dem hier besprochenen Gangtypus sehr nahe stehen, sollen späterhin unter den Wismutgängen beschrieben werden. Ein nur wenig bekannter Silberdistrikt ist derjenige von **Chocaya,** südlich von Huanchaca, wo gleichfalls Zinnerz neben edlen Silbererzen und u. a. auch mit Wurtzit vorkommt. Von dort beschrieb Stelzner eines der merkwürdigen Sulfostannate, die gerade auf den bolivianischen Silbererzgängen einbrechen, den Franckeït ($Pb_2Sn_2S_6 + Pb_3Sb_2S_6$ mit Silbergehalten von ca. 1 % und ungefähr 0,1 % Germanium). Zu Poopó findet sich der Kylindrit, zu Moho der Plumbostannit, bei Potosí der Argyrodit (Ag_8GeS_6), bei La Paz der Canfieldit, d. i. ein zinnhaltiger Argyrodit.

Im Jahre 1903 hat die gesamte Zinnerzausfuhr Bolivias 3800 t betragen, woran fünf Gruben beteiligt waren. Die Silberproduktion der Republik belief sich im gleichen Jahre auf 233274 kg.

Bolivien ist nicht das einzige Land, in welchem Zinn in Gesellschaft von Sulfiden und ohne pneumatolytische Mineralien auftritt. Vielmehr besitzen diese merkwürdigen Gänge ein sehr nahes Analogon in einigen später zu besprechenden Vorkommnissen von reichlichem Zinnkies in dem Bleierz- und Pyritganggebiet von Zeehan in Tasmanien; ferner wird weiter unten noch der Zinngehalt der erzgebirgischen kiesigen Bleiformation, der Quarzkupferkiesgänge von Boccheggiano in Toskana und der scheinbar aus zinnerzhaltigem Pyrit hervorgegangenen metasomatischen Brauneisensteinmassen von Campiglia Marittima eine mehr oder weniger ausführliche Erwähnung erfahren.

5. Die Blei- und Zinkerzgänge.

Die Bleiglanzgänge und die kaum minder wichtigen metasomatischen Bleiglanzlager sind die hauptsächlichsten Bleilagerstätten. In mineralogischer Beziehung zeigen beide Gruppen viel Übereinstimmung. Ihre primäre Füllung ist gewöhnlich durch eine bemerkenswerte Einfachheit der Erzkombinationen ausgezeichnet; sie gehören zugleich zu den wichtigsten Lagerstätten des Silbers und besonders ihre verwitterten Ausstriche haben sehr häufig eine hervorragende Bedeutung als solche.

Das wichtigste Bleierz, zugleich aber auch vom technischen Standpunkte aus das wichtigste Silbererz, ist der Bleiglanz, PbS, mit 86,6 Pb und 13,4 S, meistens aber auch mit einem fast stets weit unter 1 % bleibenden Silbergehalt. Im Freiberger Revier enthält der Bleiglanz der kiesigen Bleiformation in möglichst

reinen Stücken 0,09—0,2 %, derjenige der barytischen Bleiformation 0,02—0,08 %, derjenige der edlen Braunspatformation 0,38—0,66 % Silber. Zu Clausthal ist der durchschnittliche Silbergehalt der Bleiglanze etwa 0,08 %, steigt aber z. B. im Grunder Revier bis fast 0,5 %; zahlreiche weitere Angaben werden weiter unten mitgeteilt werden. Der Silbergehalt wechselt häufig auf einem und demselben Gange auch innerhalb der frischen Erzzonen sowohl im Streichen wie im Fallen, und ist mitunter je nach dem Alter und der Erscheinungsweise des Minerals ein verschiedener; in manchen Fällen dürfte die Annahme nicht ausgeschlossen sein, daß in den durch Quetschungen gelockerten und in seinem Aussehen veränderten Bleiglanz (z. B. Bleischweif) jüngere Silberlösungen eingedrungen sind. Der Silbergehalt des Bleiglanzes auf den Erzgängen ist im ganzen größer als derjenige desselben Minerals auf den metasomatischen Lagerstätten.

Ein fast nie fehlender Begleiter des Bleiglanzes ist die Zinkblende. Sie tritt häufig quantitativ sehr weit zurück, herrscht aber oft auch dermaßen vor, daß der Bergbau stellenweise nur ihrer Gewinnung gilt und man von Zinkerzgängen sprechen kann. Solche in ihrer reinsten Entwickelung sind immerhin so selten, daß es nicht angängig ist, sie als besondere Gruppe von den Bleierzgängen abzutrennen. Das Verhältnis zwischen dem Bleierz und der Blende kann in verschiedenen Gangzonen beträchtliche Schwankungen zeigen. In den Clausthaler Gängen tritt gegenwärtig mit dem Vordringen des Bergbaues in größere Teufen der Bleiglanz zugunsten der Zinkblende zurück, sie „verblenden". Der Bleiglanz und die schwarze Zinkblende gewisser Freiberger Gänge führen einen seit längerer Zeit bekannten, großenteils an Zinnerzmikrolithen gebundenen Zinngehalt. Der Zinkblende wird nicht selten ein Silbergehalt zugeschrieben, der mindestens teilweise auf mechanisch beigemengte Silberverbindungen zurückzuführen ist. Ihr Zinkgehalt, theoretisch 67 %, wird durch größere oder geringere Beimengungen besonders von Eisen herabgedrückt. Wurtzit ist auf den Bleizinkerzgängen selten und niemals von technischer Bedeutung. Die Verwendung der Zinkblende datiert erst aus dem XIX. Jahrhundert; sie begann in Freiberg im Jahre 1857.

Das Eisenbisulfid dieser Gänge ist fast nur der Pyrit, seltener der Markasit. Ein reichliches Vorkommen von Arsenkies ist auf den Freiberger Gängen zu beobachten; gewöhnlich fehlt indessen dieses Mineral ganz oder ist nur spärlich vorhanden; so ist es z. B. auf den Clausthaler Gängen unbekannt. Auch der Magnetkies ist im allgemeinen kein wesentlicher oder häufiger Bestandteil der Bleierzgänge. Der Kupferkies fehlt wohl nie gänzlich; mitunter ist er so reichlich vorhanden, daß er in gewissen Gangzonen den Bleiglanz verdrängt und die Gänge zu wirklichen Kupfererzgängen werden, wie zu Freiberg, bei Schneeberg und in anderen erzgebirgischen Revieren. In solchen Fällen können dann auch die „Kupferblende" (ein antimon- und silberfreies Fahlerz mit 9 % Zink) und das kupferreiche Arsenfahlerz, der Tennantit, wichtige Kupfererze sein.

* Ist im großen ganzen die mineralogische Zusammensetzung der meisten Bleierzgänge eine sehr einfache und durch das Zusammenvorkommen von Bleiglanz, Blende, Pyrit und Kupferkies gekennzeichnet, so erfährt sie doch durch das Einbrechen einer großen Zahl anderer Erze mitunter eine wesentliche Be-

reicherung. Als solche sind zu nennen mannigfache Silbererze und Sulfantimonide wie Bournonit, Boulangerit, Jamesonit, Federerz, Zundererz, ferner Fahlerz und seltener Antimonit. Bemerkenswert ist die große Seltenheit von Nickel-, Kobalt- und Wismutverbindungen auf den eigentlichen Bleierzgängen; Turmalin ist ihnen fremd, Apatit ist sehr selten beobachtet worden.

Epigenetische Bleiglanzlagerstätten finden sich in allen Nebengesteinen. Soweit sie an tertiäre Eruptivgesteine oder deren Sphäre gebunden sind, enthalten sie meistens einen bemerkenswerten Gold- und Silbergehalt, und eine größere Anzahl von Erzgängen, welche eine nicht geringe Bedeutung als Bleilagerstätten haben, sind deshalb in früheren Abschnitten unter den Gold- und Silbererzgängen beschrieben worden. Andererseits ist die Zahl der Bleierzgänge, welche ohne nennenswerten Gehalt an Gold und edlen Silbererzen in jüngeren Eruptivgesteinen aufsetzen, eine sehr geringe; es gehören dahin diejenigen des Cabo de Gata und von Mazarron in Spanien und solche bei Srebrenica in Bosnien. Die im folgenden zu besprechenden Blei-Zinkerzgänge sind praktisch goldfrei; sogar bei verhältnismäßig hohem Silbergehalt ist Gold höchstens in verschwindender Menge vorhanden. Sieht man zunächst von den zahlreichen an Kalksteine gebundenen metasomatischen Bleiglanzlagerstätten ab, so setzt weitaus die größte Menge der Bleiglanzgänge in den stark gefalteten paläozoischen Sedimenten, vorzugsweise in Tonschiefern, daneben auch in Grauwacken und Quarziten auf, in denen sie mit Vorliebe zusammengesetzte Trümerzüge bilden. Die verschiedene Beschaffenheit solcher oftmals miteinander wechsellagernder Gesteine beeinflußt weniger die Gangfüllung und deren Reichtum, als den Vorgang der Spaltenbildung. Die Gänge von Freiberg, des Schwarzwaldes, von Kuttenberg usw. sind an kristalline Schiefer, besonders an Gneise gebunden. Mehrfach, wie im Erzgebirge, im Schwarzwalde, in Böhmen, in Sardinien, Frankreich, Spanien und Norwegen sind die Bleizinkerzgänge räumlich an granitische Durchbrüche geknüpft, indem sie in ihrer Umgebung und in ihnen selbst auftreten. Diese Tatsache verdient hervorgehoben zu werden. Man hat aus ihr mitunter schließen wollen, daß nicht nur zwischen der Emporpressung des granitischen Magmas und der Spaltenbildung, sondern auch zwischen dem Eruptivgesteine und der Mineralansiedelung genetische Beziehungen beständen. In gewissen Fällen, wie im Erzgebirge, wo Gänge der sogen. kiesigen Bleiformation etwas Zinn führen, oder in anderen, wo der sonst auf Bleierzgängen kaum bekannte Wolframit neben Flußspat vorkommt, wie im Unterharz oder zu Cinque Valli in Südtirol, mag vielleicht eine Beziehung zwischen den Gängen und den sauren Intrusionen bestehen; in vielen anderen dürfte die Entstehung der Gänge im Umkreis der Granitstöcke auf den Mechanismus der Gebirgsfaltung zurückzuführen sein, welche in den Graniten einen Widerstand fand und in ihnen und ihrer Umgebung zur Aufreißung von Spalten führte. Bleierzgänge von derselben mineralogischen Erscheinungsweise finden sich demgemäß in Graniten, in der Nachbarschaft von ihnen und fernab von jeder granitischen Einlagerung (z. B. die zahllosen Gänge des Rheinlandes). Über das sehr jugendliche Alter gleichfalls an die unmittelbare Nähe von Graniten gebundener oder in solchen selbst auftretender Gänge Frankreichs besteht kein Zweifel. Auch sonst

dürfte das Alter sehr vieler Bleiglanzgänge ein recht junges sein; sie folgen häufig den Linien teilweise recht rezenter Störungen, wie im Oberharz, im Schwarzwald, in Südspanien usw.

In Freiberg unterscheidet man seit Werner und besonders v. Herder drei „Bleiformationen“:

1. die kiesige Bleiformation, mit vorwaltendem Quarz, Pyrit, Blende, Bleiglanz, Arsenkies, Markasit und Kupferkies;
2. die edle Bleiformation oder die Braunspatformation, allgemeiner als die karbonspätige Bleiformation bezeichnet, mit Quarz, Braunspat, Manganspat, Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Fahlerz und edlen Silbererzen;
3. die barytische Bleiformation, mit Schwerspat, Flußspat, Quarz, Braunspat, Kalkspat, Bleiglanz, Kupferkies, Pyrit und Markasit und fast ohne Zinkblende.

Eine Einordnung auch der nichtsächsischen Bleierzgänge in diese drei Formationen hat weiterhin Breithaupt versucht, und tatsächlich existiert eine Anzahl von Ganggebieten, in welchen der erste, oder der zweite oder dritte Typus ziemlich rein vertreten sind, wenn man als charakteristisch die hauptsächlichen Gangarten und nicht die für Freiberg angegebenen Erze in Vergleich zieht. So führt weitaus die größte Zahl der Bleierzgänge Quarz als hauptsächlichste Gangart; man wird sie vielleicht besser als quarzige und nicht als kiesige Bleiformation zusammenfassen, weil Kiese weder für sie allein charakteristisch, noch auch stets in größerer Menge anwesend sind. Als Vertreter der karbonspätigen Bleiformation können gelten: einige Gänge des nördlichen Clausthaler Distrikts, die von Neudorf im Unterharz, einige wenige im Rheinlande (bei Bensberg, am Siebengebirge), Přibram, Kscheutz und Merklin in Böhmen, Isle of Man, Coeur d'Alène und Zeehan; der barytischen Bleiformation, von den entsprechenden Freiberger Gängen allerdings zumeist durch das Fehlen des Flußspates unterschieden, wären zuzurechnen: der Silbernaaler Gang im Grunder Bergrevier, einzelne Gänge im südlichen Schwarzwald (Schapbach, einige des Münstertales und am Schauinsland), Littai, französisches Zentralplateau, Pontgibaud, Vialas, Sarrabus, Montevecchio z. T. u. a.

Schon in Freiberg finden Übergänge zwischen der kiesigen und karbonspätigen Bleiformation statt. Dieser Mangel einer scharfen Abgrenzung zwischen den drei Typen zeigt sich auch, soweit die vorliegenden Beschreibungen das erkennen lassen, bei den oft sehr zahlreichen Gängen eines und desselben Gebietes und erschwert die Systematisierung; zu Freiberg, Clausthal, in Südfrankreich, Sardinien, Spanien und England kommen tatsächlich in den gleichen Distrikten Angehörige zweier oder der drei Formationstypen neben einander vor, ohne daß sich eine wissenschaftliche Begründung dieser Verschiedenheiten aufstellen ließe; ein Zusammenhang zwischen letzteren und den geologischen Verhältnissen, der Natur und Bildungsweise des Nebengesteins läßt sich einstweilen nicht auffinden. Um so leichter kann auf die Anwendung der alten Freiberger Einteilungsweise verzichtet werden, deren Befolgung nur wiederholt eine störende

Trennung des geologischen und geographischen Zusammenhanges mancher der nachstehend zu beschreibenden Lagerstättengruppen mit sich brächte.[1]) *

Das **Freiberger** Bergrevier (Tafel II)[2]) umfaßt eine Fläche von 1340 qkm; es reicht bis an die Landesgrenze im Süden, ungefähr in seiner Mitte liegt die Stadt Freiberg selbst und das in nordsüdlicher Richtung etwa 16 km lange und bis gegen 7 km breite engere Ganggebiet in ihrer nächsten Umgebung. Zum Freiberger Revier gehören außer letzterem zehn weitere ringsum zerstreute, weniger ausgedehnte Gangfelder, wie Öderan, Memmendorf und Bräunsdorf, Groß-

---

[1]) In Stelzners Manuskript fehlt eine zusammenhängende und ausführliche Darstellung der Bleierzgänge wie aller übrigen Gangformationen. Auf wenigen Blättern ist die Gruppierung der wichtigsten Typen nach dem Freiberger Schema skizziert.

[2]) Ein ausführliches Literaturverzeichnis gibt die Abhandlung: H. Müller, Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres; Erl. z. geol. Spezialk. d. Königr. Sachsen, 1901. Mit 5 Tafeln. — Ders., Die Erzlagerstätten nördlich und nordwestlich von Freiberg; Gangstudien, I, 1850, 101—304. — Ders., Die Erzlagerstätten des Freiberger Bergrevieres; Freibergs Berg- und Hüttenw., II. Aufl., 1893, 32—50. — Kühn, Handbuch der Geognosie, II, 1836. — v. Charpentier, Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande; 1778, 75—135. — Freiesleben, Die sächsischen Erzgänge in einer vorläufigen Aufstellung ihrer Formationen; Mag. f. Oryktogr. v. Sachsen, 1. Extraheft 1843. — Ders., Die sächsischen Erzgänge in lokaler Folge, nach ihren Formationen zusammengestellt; ebenda, 2. Extraheft 1844, 71—182. — v. Beust, kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, 1840. — v. Weißenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge mit Erläuterungen, 1836. — v. Herder, Der tiefe Meißener Erbstollen, 1838. — Daubuisson, Les mines de Freiberg en Saxe et leur exploitation, 1802, 3 Bde. — Lévy et Choulette, Champs de filons de la Saxe et de la Bohème septentrionale; Ann. d. mines (6), XVIII, 1870, 117—316. — Vogelgesang, Die Erzlagerstätten südlich und südöstlich von Freiberg; Gangstudien, II, 1854, 19—112. — Förster, Gesteins- und Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube zu Erbisdorf; Beitr. z. geogn. Kenntn. d. Erzgebirges, herausgeg. v. d. Ganguntersuchungs-Kommission, III, 1869, 1—32. — H. Müller, Über die Erzführungsverhältnisse im südlichen Teile des Freiberger Revieres, besonders bei Himmelsfürst; ebenda, 33—49. — Ders., Über die Flötztrümerzüge in den Gruben zwischen Freiberg und Brand; ebenda, 51—60. — Neubert, Beitrag zur Geschichte der Grube Himmelsfürst; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. i. Königr. Sachsen, 1880, 27—36. — Ders., Über Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube hinter Erbisdorf; ebenda 1881, 50—66; 1882, 162—167. — Ders., Die neuesten Aufschlüsse im nordwestlichen Grubenfelde von Himmelsfürst Fundgrube bei Freiberg; ebenda 1889, 73—102. — Wengler, Das Berggebäude Himmelfahrt Fundgrube; ebenda 1873, 98—118. — Hoffmann, Über die Braunspatgänge im Felde von Himmelfahrt Fundgrube; ebenda 1888, 124—152. — Zinkeisen, Über die Erzgänge von Güte Gottes zu Scharfenberg; ebenda, 1890, 40—64. — H. Müller, Über den Scharfenberger Bergbau und dessen Wiederaufnahme; Jahrb. f. Berg- u. Hüttenm. auf 1854, 237—262. — v. Beust, Gangkarte über den innern Teil des Freiberger Bergreviers in 3 Blättern samt Erläuterungen, 1842. — Weinhold, Gangkarte des Freiberger Bergrevieres im Maßstab 1:12000, 1853—1868. — Besonders die Blätter Freiberg, Freiberg-Langhennersdorf, Brand und Lichtenberg-Mulda der geologischen Spezialkarte von Sachsen. — Auf eine größere Anzahl die Freiberger Gänge betreffender Aufsätze ist in den allgemeinen Abschnitten dieses Buches verwiesen worden.

und Kleinvoigtsberg und Siebenlehn, Mohorn, Gersdorf, Scharfenberg bei Meißen; Tharandt, Frauenstein, Seiffen und Katharinaberg an der böhmischen Grenze u. a. Die Zahl der bekannten Gänge übersteigt 1100.

Das hauptsächlichste Nebengestein der Freiberger Gänge ist der Gneis; er bildet eine kuppelförmige Aufwölbung, deren Hauptmasse der um die Bergstadt selbst verbreitete graue Gneis samt ganz untergeordneten Einlagerungen von Amphibolit, rotem Gneis, Granatglimmerschiefer und Quarzschiefer ausmacht; dazu wird der graue Gneis selbst seit langem in mehrere Varietäten unterschieden. An der Peripherie überlagert ihn die obere Gneisstufe, welche in zwei Hauptgruppen, nämlich in die Zweiglimmergneise und die Muskovit- oder roten Gneise, gegliedert wird. Charakteristisch für die obere Stufe sind Einlagerungen von Eklogit, granatführendem Hornblendefels, Serpentin und Gabbro. Eine 500—2000 m breite Zone von Glimmerschiefer trennt sie im NW. und W. im allgemeinen von den Phylliten, cambrischen und silurischen Ablagerungen und endlich dem sächsischen Granulitgebiete. In der Glimmerschieferzone liegen u. a. die früher besprochenen Gänge der edlen Quarzformation von Großvoigtsberg und Bräunsdorf. Die wichtigsten Eruptivgebilde des Freiberger Revieres sind die teilweise meilenweit verfolgbaren Quarzporphyrgänge und vereinzelte Gänge von Minette, die beide in den Gruben wiederholt angefahren worden sind. Das wenige Kilometer östlich der Stadt gelegene kleine Bobritzscher Granitmassiv hat als Nebengestein der Gänge fast keine Bedeutung, und die großen Porphyrmassen des Tharandter Waldes wie die besonders gegen Osten zu verbreiteten oberen Kreideablagerungen und die vereinzelten Durchbrüche von Basalt enthalten überhaupt keine Erzgänge.

Die Freiberger Gänge sind meistens einfache, nur selten, wie z. B. die Gänge der edlen Quarzformation zu Bräunsdorf, zusammengesetzte. Eine Zertrümerung findet hauptsächlich im Quarzporphyr statt. Als Gangrichtungen[1]) kommen in Betracht: 1. die erzgebirgische Hauptrichtnng NO.—SW. (Morgengänge und niedrigstreichende Spatgänge); 2. die hercynische Hauptrichtung NW.—SO. (Spatgänge und niedrigstreichende Flachegänge); 3. eine Diagonalrichtung N.—S., welche sich bei Freiberg selbst in zwei spitzwinkelig gegen die beiden anderen Systeme verlaufende Richtungen zerlegt. Im inneren Freiberger Reviere sind besonders die der dritten Gruppe angehörenden hochstreichenden Stehenden (h. 2—3) und die niedrigstreichenden Stehenden und hochstreichenden Flachen (h. 11,4—1), mehr untergeordnet auch die Gänge der zweiten Richtung verbreitet. Die ersteren sind hauptsächlich die Träger der älteren, die letzteren besonders diejenigen der jüngeren Gangformationen. Diese werden nach v. Herders Vorgang folgendermaßen gegliedert:

Ältere Gruppe.

1. Die edle Quarzformation.
2. Die kiesige Blei- und Kupferformation.
3. Die Zinnformation.
4. Die Braunspatformation oder edle Bleiformation.

[1]) Siehe auch S. 472.

Jüngere Gruppe.

5. Die barytische Blei- und Silberformation.
6. Die Eisen- und Manganformation.

In dieser Aufzählung kehren teilweise Glieder wieder, welche in analoger oder ähnlicher Entwickelung auch im westlichen Erzgebirge mit gleicher Altersfolge bekannt und weiter oben schon genannt worden sind (S. 736). Im allgemeinen sind die Charaktere dieser fünf Formationen scharf geschieden, doch finden auch Übergänge statt, wie zwischen der edlen Quarzformation und der kiesigen Bleiformation (auf Alte Hoffnung Gottes zu Großvoigtsberg und Gesegnete Bergmanns Hoffnung zu Obergruna) oder zwischen der edlen und der kiesigen Bleiformation (auf Himmelsfürst). Gleiche Gangformationen bilden nach obigem im ganzen gleichgerichtete Gänge. Eine und dieselbe Spalte kann zwei- oder sogar dreimal aufgerissen sein (dreifacher Gang des Kirschbaum Stehenden auf Himmelfahrt). Imprägnationen des zersetzten Nebengesteins sind (bei der Braunspatformation mit edlen Silbererzen, bei der kiesigen Bleiformation besonders gern mit Arsen- und Eisenkies) verbreitet. Mannigfache Pseudomorphosen werden namentlich auf den jüngsten Bleierzgängen, nämlich denjenigen der barytischen Bleiformation, beobachtet. Die Erzführung ist eine ungleichmäßige, absätzige; die Erzmittel machen im Mittel $^1/_5$—$^1/_{10}$, die der kiesigen Bleiformation auf Himmelfahrt nur $^1/_{15}$ der Gangflächen aus. Die meisten Erzgänge und insbesondere diejenigen des engeren Freiberger Gebietes setzen im grauen Gneis auf; zu Himmelsfürst bildet Glimmerschiefer, zu Bräunsdorf das sog. „schwarze Gebirge" das Nebengestein (S. 698); zu Gersdorf liegen sie nahe der Grenze zwischen Tonschiefer, Gabbro und Granulit, zu Mohorn im Gneis nahe der Grenze gegen den überlagernden Tonschiefer. Über die lokale Beeinflussung des Gangadels durch die verschiedenen Nebengesteine soll späterhin noch ausführlich gesprochen werden. Die Freiberger Erzgänge sind mit ganz geringen Ausnahmen jünger als die Quarzporphyre des Gebietes.

Die kiesige Bleiformation, von der zunächst die Rede sein soll, ist zu Freiberg in der Fazies der Bleierzgänge und einer solchen der Kupfererzgänge entwickelt.

Der Fazies der ersteren Ausbildungsweise gehören etwa 300 für den Bergbau höchst wichtige Gänge an, welche sich zumeist über die Gruben Himmelfahrt, Morgenstern, Junge hohe Birke, Vereinigt Feld bei Brand und Himmelsfürst verteilen und sämtliche oben angeführten Streichrichtungen zeigen. Besonders weit ausgedehnt, nämlich auf eine Länge von 16 km und eine Breite von 7 km und etwa von Müdisdorf bis ins Bobritzschtal nachgewiesen, ist der Hauptzug der h. 2—4 streichenden Gänge. Unter den letzteren ist beispielsweise der Rotegruber Stehende auf 5100 m Länge, der Turmhof Stehende mit seinen Fortsetzungen auf 4000 m, der Schwarze Hirsch Stehende auf 2250 m, der Hohebirke Stehende auf 4070 m aufgeschlossen worden, während die erreichten Teufen von zumeist kaum 500 m keine eben beträchtlichen sind. Die Gangmächtigkeiten betragen durchschnittlich zwischen 0,1 und 0,8 m, seltener bis über 2 m.

Die typische Ausfüllung dieser Gänge besteht aus Quarz, Schwefelkies, schwarzer Zinkblende, Bleiglanz von mittlerem Silbergehalt, Arsenkies, Kupferkies, Leberkies, Markasit und Chlorit, daneben seltener Eisenspat, Braunspat, Kalkspat, Roteisenocker, Zinnerz, Kupferfahlerz, Hornstein, Jaspis und Eisenkiesel. Auch Apophyllit ist gefunden worden. Der Schwefelkies ist silberarm (0,005—0,02, seltener bis 0,05 %). Bekannt sind die Pseudomorphosen von Markasit nach Magnetkies. Stelzner und Schertel[1]) haben in der schwarzen Zinkblende sowohl Einschlüsse von Zinnerzmikrolithen wie auch einen chemisch gebundenen Zinngehalt nachgewiesen. Der Durchschnittsgehalt der Blende an Zinnerz beträgt 0,2—0,4 %. Der Bleiglanz enthält in möglichst reinen Proben 0,09—0,20, indessen auch bis zu 0,54 % Silber. P. Mann hat 1890 auch in ihm Zinn, teils als Zinnerz, teils als Sulfid (Zinnkies?) aufgefunden. Der Silbergehalt des Arsenkieses ist nur gering (0,01 bis 0,03 %). Eine sehr große Mannigfaltigkeit erfährt übrigens die Gangfüllung durch Zuwanderung von Mineralien jüngerer Gänge und durch das Auftreten sekundärer Zersetzungsprodukte, wie: Pittizit, Pikropharmakolith, Kupfergrün, Allophan, Cerussit, Pyromorphit, Polysphärit, Zinkspat, Eisenvitriol, Kupfervitriol, von denen aber nur das erstere häufiger vorkommt. Bemerkenswert ist, daß die durch mechanische und chemische Vorgänge entstandenen Gangletten mit fein zerriebenen Erzen oder mit Neubildungen durchsetzt sind und als „Schwärzen“ oder „Gilben“ Silbergehalte bis gegen 0,1 % aufweisen können. „Die Struktur der Gangausfüllung ist mit wenigen Ausnahmen durchaus unbestimmt massig, derartig, daß die verschiedenen integrierenden Mineralaggregate wie aus einem Gusse ganz unregelmäßig miteinander vermengt und verwachsen sind und so die ganze Gangmächtigkeit erfüllen, zugleich mit einer Veränderlichkeit, daß das Bild eines Gangprofils meist schon in Distanzen von wenigen Metern ganz verschieden erscheint.“ (Müller.)

Zur Fazies der Kupferformation gehören bei Freiberg selbst einige stehende Gänge der Gruben Himmelfahrt, Junge hohe Birke und Vereinigt Feld; dieselben zeichnen sich durch einen besonders hohen Gehalt an Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferfahlerz aus. Von 1524—1803 stellte sich bei 23 Gruben das Verhältnis zwischen den Werten des Silberausbringens und des Kupferausbringens wie 1 : 34,8, auf einer kleinen Turmhofer Grube von 1535—1610 wie 1 : 29,34; ein derartiger Kupferreichtum soll insbesondere den oberen Teufen eigen gewesen sein, während sich das Verhalten der größeren Teufen für das Kupfer etwa zehnmal schlechter gestaltet hat. Als das Wertverhältnis zwischen Silber- und Kupferproduktion aus den normalen kiesigen Bleiglanzen von Himmelfahrt wird 1 : 0,2 angegeben. Als hauptsächlichste Füllmasse dieser im unteren grauen Gneis und im Granit aufsetzenden 0,10—0,40 m mächtigen Gänge werden genannt: eisenschüssiger Hornstein, Quarz, feinschuppiger und erdiger Chlorit, Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupferkies und Kupferfahlerz.

Freigold ist auf den Freiberger Gängen nie gefunden worden; einigen Goldgehalt führen besonders die Gänge der edlen Quarzformation.[2])

[1]) Der Zinngehalt und die chemische Zusammensetzung der schwarzen Zinkblende von Freiberg; Berg- u. Hüttenm. Jahrb. f. d. Königr. Sachs., 1886, I, 52—70.

[2]) Schertel bei Vogt, Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 389.



Recht bemerkenswert ist das Vorkommen von Zinnerz in den oberen Teufen mancher Bleiglanzgänge gewesen.[1]) Das Erz brach stets mit Kiesen und Kupfererzen in sehr eisenschüssigem Quarz ein, nach der Teufe zu wurden die Gänge zu silberhaltigen Bleiglanzgängen. Zwischen 1552—1751 baute eine ziemliche Anzahl nur teilweise noch dem Namen nach bekannter Gruben im südöstlichen Teile des engeren Gebietes (z. B. am Rammelsberg bei Muldenhütten) auch auf Zinnerze, doch können diese immerhin nur untergeordnet vorgekommen sein.

Der Reichtum der Grube Himmelfahrt war hauptsächlich durch edle Schleppungskreuze und zwar besonders des Erzengel Stehenden mit dem Frischglück Stehenden und des Selig Trost Stehenden mit dem Schwarzer Hirsch Stehenden bedingt. Erstere beiden bilden ein im Streichen 200—330 m langes, von Tage her flach gegen Norden zu geneigtes Schleppungskreuz, längs dessen sie bis zu 2 m mächtig werden und reichlich derben Bleiglanz von 0,20—0,25 % Silber neben schwarzer Blende, Eisenkies und Quarz, untergeordnet auch Kupferkies führen. In dem Schleppungskreuze waren beide Gänge in der Regel zu einem verschmolzen. Sie ergaben von 1832—1895 aus rund 375000 qm Gangfläche für ungefähr 19956000 Mark silberhaltige Bleierze, davon für ungefähr 10 Mill. Mark solche aus der Schleppungszone. Noch reicher ist das Schleppungskreuz zwischen dem ziemlich flach einfallenden Selig Trost Stehenden und dem Schwarzer Hirsch Stehenden gewesen, die beide beim Elisabeth-Schacht sich in der Teufe vereinigten, um späterhin im Einfallen wieder auseinanderzugehen; die Veredelungszone besitzt eine horizontale Länge von 700—1000 m und besteht hauptsächlich aus silberreichem Bleiglanz. Die beiden Gänge lieferten von 1852—1895 aus etwa 454500 qm Gangfläche für rund 21303000 Mark Erz, wovon 15 Mill. Mark allein aus dem Schleppungskreuz.

Die Braunspatformation (edle Bleiformation) ist vertreten: 1. zu Himmelsfürst, Vereinigt Feld, Einigkeit, Beschert Glück und Herzog August in der Gegend von Brand; 2. in der näheren Umgebung Freibergs nur in wenigen Gängen; 3. bei Scharfenberg oberhalb Meißen (Grube Güte Gottes). Im ganzen sind im Freiberger Reviere nicht weniger als 400 Gänge dieser Formation bekannt.

Die Gänge in der Umgegend von Brand sind zumeist Flachegänge oder niedrigstreichende Stehendegänge (h. 10,4—12,4). Typische Mineralien dieser Formation sind: Quarz, Braunspat, Manganspat, Bleiglanz (mit 0,38—0,66 % Silber), silberhaltige („verglaste") Zinkblende, Schwefelkies, Antimonfahlerz, Silberglanz, Stephanit, Pyrargyrit, gediegen Silber; mehr oder weniger selten hat man auf den Gängen gefunden: Schwerspat, Flußspat, Chalcedon, Opal, Steinmark, Speckstein, Deweylit, Nakrit, Kalkspat, Cölestin, Strontianit, Apophyllit, Whewellit ($CaC_2O_4 . H_2O$),[2]) Aragonit, Kalksinter, Gips, Kupferfahlerz, Kupferkies, Markasit, Leberkies, nickel- und kobalthaltigen Schwefelkies, Weißerz, Arsen, Proustit, Eugenglanz, Silberkies, lichtes Weißgiltigerz, Federerz, Wurtzit, Eisenspat, Pyromorphit (Polysphärit), Freieslebenit, Akanthit, Xantho-

[1]) Müller und Richter, Über das Vorkommen von Zinn in der Zinkblende der Freiberger Erzgänge; Berg- u. Hüttenm. Ztg., X, 1851, 353—356. — Gätzschmann, Beiträge zur Geschichte des Freiberger Zinnbergbaues; Berg- u. Hüttenm. Ztg., III, 1844, 3—8, 63—64, 125—131, 164—171, 232—240. — Charpentier, Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande, 1778, 101—102.

[2]) Weisbach, Mineralogische Mitteilungen; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachsen, 1886, 88—89.



kon, Feuerblende, Argyrodit, Realgar, Silberschwärze, Chlorsilber, Uranpecherz,[1]) Weißnickelkies, Rotnickelkies, Speiskobalt, Glanzkobalt, Cerussit, Malachit, ged. Kupfer, Nickelblüte, Kobaltblüte, Psilomelan, Roteisenerz, Glanzeisenerz, Stilpnosiderit, Rot- und Brauneisenocker, Pittizit.

Die zwischen 1554 und 1573 verliehene Grube Himmelsfürst ist berühmt geworden wegen ihrer reichen Silberfunde. Die Gänge der Braunspatformation sind dort besonders reich an gediegenem Silber, dessen Vorkommen gewöhnlich ein klumpenförmiges ist. So hat man 1749 auf dem Scharkreuze des Teich Flachen und Wiedergefunden Glück Stehenden in 9,3 m unter Tage eine Masse von 62,5 kg gewonnen; ein Jahr später fand man eine größere und zwei kleinere Massen von zusammen über 150 kg; 1857 hat man unter anderen edlen Silbererzen einen Silberfund von 250 kg und später 1886 einen solchen von 95 kg angefahren. Mehrere Kilogramm schwere Silbermassen sind des öfteren gefunden worden. Auch Silberglanz wurde manchmal in sehr reichen Mengen angetroffen, so noch 1881 in Klumpen im Gesamtgewicht von 135 kg. Einen großen Silberfund hat man noch um den Schluß des Jahres 1897 und zu Beginn 1898 auf dem Benjamin Stehenden 320 m unter Tage gemacht. Er wog über 300 kg; ein kompaktes Silberstück wog 18 kg, eine Masse ganz reinen, damit einbrechenden Silberglanzes 4,8 kg.[2])

Die hohe Bedeutung der Braunspatgänge für die Grube Himmelfahrt ist von R. Hoffmann eingehend erörtert worden. Jene Gänge haben ähnliches Streichen wie die kiesig-bleiischen Stehenden zu Himmelfahrt, sind jünger als diese und werden von ihnen auf größere Entfernungen hin geschleppt. Andererseits werden sie von den barytischen Bleigängen durchkreuzt. Die Ausfüllung dieser (Himmelfahrter) Braunspatgänge besteht vorwiegend aus Braunspat, daneben aus Quarz, Kalkspat und Eisenspat, ferner Eisenglanz, aus seltenem Schwerspat und violettem dichten Flußspat. Diese Braunspatgänge sind gewöhnlich nicht erzführend, einige derselben aber werden es da, wo sie Gänge der kiesigen Bleiformation kreuzen oder mit ihnen Doppelgänge bilden. Am häufigsten ist dann das Vorkommen von Kupfererzen, namentlich von Kupferfahlerz, welches hier das dunkle Weißgiltigerz (Antimonfahlerz) der Brander Gänge zu vertreten scheint. Neben diesem tritt noch Kupferkies und Buntkupferkies, in einzelnen Fällen auch Kupferglanz auf. Seltener als das Vorkommen der Kupfererze und nur auf einige wenige Gänge der Braunspatformation beschränkt ist das Einbrechen eigentlicher Silbererze, welche sich aber dann meist durch besonderen Reichtum auszeichnen. Am häufigsten vertreten ist hier Silberglanz, dann gediegenes Silber in der hakigen oder gestrickten Form oder als Anflug und dunkles Rotgiltigerz.

Eine besondere Berühmtheit haben verschiedene Braunspattrümer erlangt, weil sie in ihren Kreuzen mit Gängen der kiesigen und der barytischen Blei-

[1]) Neubert, Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Königr. Sachsen, 1891, 79—82. — Schertel, Uranerze der Grube Himmelsfürst bei Freiberg; ebenda 103—105. — Man förderte zu Himmelsfürst besonders vom Kometflachen zwischen 1884—1888 1104 kg Uranoxydoxydul im Werte von 30389 Mark.

[2]) Ztschr. f. pr. Geol., 1899, 146.



formation eine außerordentliche Veredelung erfahren. So ergab im Jahre 1847 der Christian Stehende, der in seinem nördlichen Verlauf ein Gang der kiesigen Bleiformation ist, gegen Süden zu zuerst ein Doppelgang der letzteren und der edlen Braunspatformation und endlich ausschließlich ein Braunspatgang wird, neben seinem Kreuze mit dem Neue Hoffnung Flachen bei einer Mächtigkeit von 8,4—23,6 cm innerhalb einer Gangfläche von 32 qm 252000 Mark an Silbererzen. Ein anderer Anbruch lieferte in demselben Jahre aus 11 qm Gangfläche 675 kg gediegenes Silber — ein Ereignis, das durch die Prägung einer silbernen Denkmünze gefeiert wurde.

Die im Granitit aufsetzenden, zumeist NO.—SW. streichenden, gewöhnlich zwischen 0,4 und 1 m mächtigen Gänge von **Scharfenberg,** oberhalb Meißen auf dem linken Elbufer gelegen, sollen im Jahre 1255 fündig geworden sein. Nachdem der lange Zeit hindurch sehr erträgnisreiche Bergbau im XVIII. Jahrhundert zum Erliegen gekommen war, hatte er sich neuerdings seit seiner Wiederaufnahme im Jahre 1868 recht günstig gestaltet, ist aber im Jahre 1898 wiederum eingestellt worden. Während dieser letzten Betriebsperiode hat er 18747 kg Silber, 1907 t Blei, ein wenig Zink und Kupfer ergeben. Gangarten sind zu Scharfenberg: Quarz, Hornstein, Braun- und Manganspat, Kalkspat, Cölestin und seltener Schwerspat; Erze sind silberhaltiger Bleiglanz, gelbe silberhaltige Blende und sehr silberreiches Fahlerz. Kupferkies ist untergeordnet, edle Silbererze sind selten, Pyrit ist hauptsächlich als Imprägnation in dem zersetzten Nebengesteine anzutreffen. Sekundär gebildet haben sich Strontianit und Gips. Der Bleiglanz ist silberärmer als derjenige der Freiberger edlen Braunspatformation (0,25—0,36 %), der Silbergehalt der Zinkblende beträgt 0,2—0,25, der des Fahlerzes bis zu 8 %. Die Erze sind schwach goldhaltig.

Die barytische Blei- und Silberformation ist im Freiberger Revier in etwa 200 Gängen bekannt, welche meistens im unteren Gneis, außerdem auch im oberen Gneis, im Glimmerschiefer und Phyllit aufsetzen. Sie verteilen sich hauptsächlich auf die Gebiete 1. zwischen Großschirma, Halsbrücke, Conradsdorf und Falkenberg, 2. zwischen Tuttendorf, Freiberg, Hilbersdorf und Langenrinne, 3. zwischen Roßwein und Gersdorf, 4. zwischen Mittweida, Frankenberg und Oederan. Die Hauptstreichrichtung ist die hercynische, indessen treten sie als „weiches Trum“ auch in anders streichenden Doppelgängen mit älteren Gangfüllungen auf. Ihre Mächtigkeit schwankt meistens zwischen 0,04 und 0,50 m, doch gehören dieser Formation auch Gänge von 2—4, ja sogar bis 7 m Mächtigkeit an. Die Füllung dieser Gänge ist meistens die eigentliche barytische Bleiformation, mit dieser zusammen aber findet sich manchmal die eigenartige Formation der „edlen Geschicke“ oder die Silberkobaltformation (s. S. 745).

Die typischen Mineralien der barytischen Bleiformation sind: gemeiner Baryt, Kalkbaryt, Flußspat, Quarz (Hornstein), Braunspat, Kalkspat, Bleiglanz (mit 0,02—0,08 % Silber), Kupferkies, Schwefelkies, Markasit, seltener Kupferfahlerz, Bournonit, braune oder rote Zinkblende und Wurtzit. Die Anordnung dieser Mineralien ist meistens eine lagenförmige (Fig. 141). Als seltene Vorkommnisse werden aufgeführt: Leberkies mit 0,5—0,75 % Thallium, Lonchidit (arsenhaltiger Markasit), Weißkupfererz, Wasserkies (beide kupfer- und arsenhaltiger Markasit), Pyromorphit, Pseudoapatit, Cerussit, Anglesit, Kupferlasur, Malachit, Rotkupfererz, Kieselkupfer, Eisenspat, Ankerit, Glanzeisenerz, Roteisenerz, Brauneisenerz, Stilpnosiderit, Lithiophorit, Manganocker, Nakrit, Aragonit, Kalksinter, Gips, Eisenvitriol, Kupfervitriol, Eisensinter.

Im Halsbrücker Ganggebiet (Beihilfe und Kurprinz) ist der hierher gehörige wohlbekannte Halsbrücker Spat, einer der wichtigsten Freiberger Gänge, auf 8400 m Länge nachgewiesen worden. Seine Ausfüllung hat doppelten Charakter: er besteht aus einem „weichen Trum" mit der Füllung der barytischen Bleiformation und aus dem „harten Trum" mit den edlen Geschicken. In seinem mittleren bei Halsbrücke gelegenen Teile ist er ein einheitlicher Gangkörper oder besitzt den Charakter eines Trümerzuges; nach NW. zu gabelt er sich in den Ludwig-Spat und den Dreiprinzen-Spat, nach SO. löst er sich in zwei bis drei Haupttrümer auf. Der Halsbrücker Spat hat mit seinen Nebengängen von 1602—1898 einen Ertrag von 46337000 Mark Wert geliefert. Die Gruben Kurprinz und Beihilfe sind jetzt völlig eingestellt. Auf der Grube Himmelfahrt führen die barytischen Bleierzgänge auf ihren Kreuzen mit den kiesigen Bleierzgängen zu einiger, manchmal sogar zu einer ansehnlichen Veredelung. Auf Himmelsfürst bietet das Scharkreuz des zur Braunspatformation gehörigen Teich Flachen mit dem der barytischen Bleiformation angehörenden Wiedergefunden Glück Stehenden ein berühmtes Beispiel der Gangveredelung; es haben sich dort, wie schon S. 760 gesagt, reiche Massen von gediegen Silber, Silberglanz und anderen edlen Silbererzen gefunden.

Die Gänge der Eisen- und Manganformation haben nur geringe technische Bedeutung erlangt, und nur 12—15 derselben sind abgebaut worden. Roteisenerz, Eisenglanz mit quarziger und Brauneisenerz und Psilomelan mit barytischer Gangart füllen dieselben.

Die Gründung der Stadt Freiberg und die Entstehung ihres Bergbaues fällt unter die Regierung des Markgrafen Otto zu Meißen, etwa um die Jahre 1162—1170. Niedersachsen und besonders Harzer Bergleute gründeten den ältesten Teil Freibergs, die sog. Sächsstadt. Freiberg wird urkundlich zuerst 1218 genannt. Die gleiche Erscheinung wie in späteren Jahrhunderten in Amerika hat sich auch hier abgespielt; die Stadt entwickelte sich sehr rasch und wurde bald reich, denn der Bergbau in den obersten Teufen war mühelos und billig, und zudem scheint es, als ob es auch hier nicht an sehr reichen Gangausstrichen gefehlt habe. Die Glanzzeit des Freiberger Bergbaues dürfte in die Jahre 1170—1287 gefallen sein. Die politischen Zwiste des XIV. und XV. Jahrhunderts, die große Pest (1348), Stadtbrände und der Hussiteneinfall haben ihm schwere Wunden geschlagen. Gegen die Mitte des XIV. Jahrhunderts sollen zwischen Freiberg, Berthelsdorf und Erbisdorf, also auf einem etwa 6 km langen und 2 km breiten Streifen noch 50 Zechen mit ungefähr 1000 Arbeitern im Betrieb gestanden haben, aber schon am Ende des XIV. Jahrhunderts war der Bergbau so heruntergekommen, daß von den früheren 52 Schmelzöfen nur noch 2 im Gange waren. Das Gesamtsilberausbringen desselben Jahrhunderts wird auf 250000 kg berechnet. Um die Reformationszeit trat ein solcher Wiederaufschwung ein, daß zwischen 1524—1600 nicht weniger als 716 Gruben im Betriebe standen und das im Jahre 1524 bis zu 1310 kg gesunkene Silberausbringen im Jahre 1550 schon 7026 kg, 1572 7840 kg betragen hat; von 1531—1595 konnten allein die Turmhofer Gruben 4391016 Mark an Überschüssen verteilen. Der dreißigjährige Krieg bedeutete auch für Freiberg eine Zeit fast völligen Verfalles. Erst um die Mitte des XVIII. Jahrhunderts gelangte Freiberg durch die Erschließung mehrerer reicher und wichtiger Grubenfelder, wie Himmelsfürst, Beschert Glück, Alte Hoffnung Gottes bei Großvoigtsberg, Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf usw., wieder zu hoher Blüte; 1765 erfolgte die Gründung der Freiberger Bergakademie. Die höchste Entwickelung hat der

Bergbau in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts erreicht; schon 1868 erzeugte man 32910 kg, 1884 die Höchstproduktion von 35057 kg Silber. Die Entwertung des Silbers infolge der Einführung der Goldwährung in den meisten Ländern hat seitdem den unaufhaltsamen Niedergang des Freiberger Bergbaues mit sich gebracht. 1886 mußte die Verstaatlichung der Gruben Himmelfahrt, Beschert Glück, Junge hohe Birke, Vereinigt Feld und Himmelsfürst erfolgen; die Beamten- und Arbeiterzahl, die 1856 9288 betragen hatte, belief sich 1903 nur mehr auf etwa 2400. Die Produktion der staatlichen Gruben bezifferte sich in letzterem Jahre nur mehr auf 14128 kg Silber und 2094 t Blei. Der durchschnittliche Silbergehalt der verarbeiteten Erze war 0,068%. Seit dem Jahre 1163 bis heute mag sich die Gesamtsilberproduktion des Freiberger Bergbaues auf rund 5400000 kg im Werte von über 900 Mill. Mark beziffern. Die völlige Einstellung des Betriebes ist für das Jahr 1913 in Aussicht genommen, und damit wird einer der berühmtesten, ältesten und für die Entwickelung der Geologie und Mineralogie, des Berg- und Hüttenwesens in gleicher Weise klassischer Silberbergbau der Geschichte angehören.

Gegenwärtig stehen noch die vier Gruben Himmelfahrt, Himmelsfürst, Alte Hoffnung Gottes zu Kleinvoigtsberg und Christbescherung Erbstolln zu Großvoigtsberg im Betrieb. Davon baut Himmelfahrt besonders auf Gängen der kiesigen Bleiformation, Himmelsfürst auf solchen der edlen Braunspatformation, die beiden anderen auf Gängen der edlen Quarzformation mit silberhaltigem Bleiglanz und Zinkblende. Die staatlichen Freiberger Gruben Himmelfahrt und Himmelsfürst ergaben im Jahre 1903 zusammen 19838 t Erze im Werte von 1081857 Mark; von den Privatwerken erzeugte die Alte Hoffnung Gottes 1059 t Erz im Werte von 147601 Mark, der Christbescherung Erbstolln noch 257 t für 35130 Mark mit zusammen 183 Arbeitern. Der Betrieb der fiskalischen Gruben hat im Jahre 1903 einen Zuschuß von fast $1^1/_2$ Mill. Mark erfordert.

Das Ganggebiet des **Oberharzes** in der Umgebung der Bergstädte **Clausthal,**[2] Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal, Grund und Altenau

[2]) Calvör, Historische Nachricht von den Unter- und Oberharzischen Bergwerken, 1765. — Lasius, Beobachtungen über die Harzgebirge, II, 1789, 297—366. — Hausmann, Skizze zu einer Oryktographie des Harzes; Hercyn. Archiv von Holzmann, 1805, 2—29, 239—251; Forts. in Nordd. Beitr. z. Berg- u. Hüttenk., 1806—1810, II. Stück, 1807, 1—18. — Schultz, Bemerkungen über den Bergbau am Harz; Karst. Arch. für Bergb. u. Hüttenw., IV, 1821, 284—317; V, 1822, 95—158. — Zimmermann, Die Erzgänge und Eisensteinslagerstätten des nordwestlichen Hannoverschen Oberharzes; Karst. Arch. für Mineral. usw., X, 1837, 27—91. — Jugler, Die Bergwerksverwaltung des Hannoverschen Oberharzes seit 1837; Karst. Arch., XXVI, 1854, 115—294. — Wimmer, Die Gänge im Felde der Gruben Ring und Silberschnur zu Zellerfeld; Ber. ü. d. III. Generalvers. d. Clausth. naturw. Ver. Maja, 1854, 14—20. — Greifenhagen, Das Nebengestein der Bockswieser Bleiglanzgänge; ebenda 20—33. — Kerl, Die Oberharzer Silber-, Blei- und Kupfererzgänge und die darauf bauenden Gruben; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVIII, 1859, 421—424, 429—432, 443—444, 451—452, 461 bis 462, 465—467, 473—478. — Köhler, Über den von der Grube Hülfe Gottes bei Grund am Harze bebauten Gang; ebenda 198—199. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 94—99. — Ders., Über den sogenannten Gangthonschiefer von Clausthal; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXIII, 1864, 393—395. — Kloos, Die Erzgänge des III. Burgstädter Revieres (der Gruben Herzog Wilhelm, Anna Eleonore und Kranich) bei Clausthal; ebenda XXIV, 1865, 381—383, 391—393. — v. Groddeck, Über das Zusammenvorkommen der wichtigsten Mineralien in den Oberharzer Gängen westlich vom Bruchberge und die von Herrn Cornu bemerkten Beziehungen ihrer Äquivalentgewichte;

umfaßt in der Hauptsache das weite, ungefähr 500 m hohe Plateau im Oberlauf der Innerste und Oker; die Gänge sind durch Bergbau nur wenig über die Oker hinaus verfolgt worden, nach Westen zu aber finden sie teilweise ihre Fortsetzung bis in das Harzvorland. Der Gangdistrikt ist demgemäß ungefähr 20 km lang und, wenn man von den zerstreuten und unbauwürdigen Gängen absieht, in seinem bestentwickelten Teile bis zu 8 km breit. Der den nordwestlichen Teil des Harzgebirges bildende Oberharz ist ein in seiner Mitte plateauartiges, gegen Norden steiler als gegen Süden abfallendes, besonders an seinen Rändern von Tälern tief eingeschnittenes Bergland. Als Teil eines alten Rumpfgebirges besteht er bei Clausthal ausschließlich aus gefalteten und teilweise steil aufgerichteten oder überkippten devonischen und Culmschichten.

---

ebenda XXV, 1866, 115—117. — Ders., Über die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVIII, 1866, 693—776, Lit. — Ders., Übersicht über die technischen Verhältnisse des Blei- und Silberbergbaues auf dem nordwestlichen Oberharz; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes., XIV, 1866, 273—295. — Ders., Erläuterungen zu den „Geognostischen Durchschnitten durch den Oberharz"; ebenda XXI, 1873, 1—11. — Ders., Erzlagerstätten, 229—231. — Ders., Über die Abhängigkeit der Mineralfüllungen der Gänge von der Lage derselben; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIX, 1887, 216—219. — Rösing, Die Verwerfung des Nebengesteins durch die Lautenthaler Erzgänge; Ztschr. f. d. Berg., Hütt.- u. Sal.-Wes., XXV, 1877, 280—285. — Lossen, Über den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz; Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1881, 1—50. — Ders., Abhängigkeit der Ausfüllungsmassen der Unterharzer Erz-, Fluß- und Quarzgangspalten von der Lage dieser Spalten zu dem Granitstocke des Rambergs und seiner Contactzone; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIV, 1882, 660—663. — Schell, Der Bergbau am nordwestlichen Oberharze; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wesen, XXX, 1882, 83—143. — Ders., Die Grube Bergwerks-Wohlfahrt bei Clausthal; ebenda XXXI, 1883, 371—398. — Ders., Die Grube Hülfe Gottes bei Grund; Mitt. berg.- u. hüttenm. Vereins Maja zu Clausthal, N. F., II, 1880, 96—118. — Nöggerath, Der bergfiscalische Teil des Oberharzes; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXI, 1883, 246—278. — Hoppe, Die Bergwerke, Aufbereitungsanstalten und Hütten im Ober- und Unter-Harz, 1883. — Blömeke, Die Erzlagerstätten des Harzes und die Geschichte des auf demselben geführten Bergbaues; Leob. Jahrb, XXXIII, 1885, 1—144. — Brathuhn, Die Umarbeitung der Oberharzer Grubenrisse; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIV, 1886, 179—194. Mit 2 Tafeln. — Rittershaus, Der Iberger Kalkstock bei Grund am Harze; ebenda 207—218. — Klockmann, Beiträge zur Erzlagerstättenkunde des Harzes; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 466—471. — Langsdorff, Über das Gangsystem des nordwestlichen Oberharzes; ebenda 1894, 323—324. — Ders., Ein neuer Gang im nordwestlichen Oberharz; ebenda 1895, 365—367. — Ders., Über die Gangsysteme des westlichen Oberharzes; ebenda 383—385. — Das Berg- und Hüttenwesen des Oberharzes, 1895; mit Beiträgen von Klockmann, Brathuhn, Lengemann, Baselt, Ehring, Klose, Köckert, Zirkler, Richard usw. — Zirkler, Die Gangverhältnisse der Grube Bergmannstrost bei Clausthal; Glückauf, XXXIII, 1897, 73—87. — Maier, Beiträge zur Geologie des Bockswieser Ganggebietes; Ber. naturf. Ges. z. Freiburg i. B., XI, 1900, 95—125. — Beushausen, Das Devon des nördlichen Oberharzes; Abh. preuß. geol. Landes-Anst., N. F., XXX, 1900. — Borchers, General-Gang-Charte des nordwestlichen Harzgebirges, 1856—1865.

Im Süden und Westen hebt er sich aus einem Mantel von Zechstein- und Triasschichten heraus; in beiden Richtungen ist die Auflagerung des jüngeren Gebirges über den gefalteten Harzschichten zwar eine diskordante, aber ursprüngliche. Nach Norden zu jedoch markiert ein Streifen steil aufgerichteter und überkippter permischer und mesozoischer Schichten mit WNW.—OSO. gerichtetem Streichen die offenbar in der mittleren Tertiärzeit erfolgte Überschiebung der Harzmasse über ihr Vorland. Dieser Störungslinie sind die meisten Oberharzer Gänge parallel, und es liegt nahe, sie und jene zueinander in genetische Beziehung zu bringen. Da ferner der Hilfe Gottes-Gang bei Grund als ein Schwerspatgang, der die Zechsteinschichten gegen die Culmgrauwacken verwirft, seine Fortsetzung im Vorlande findet[1]) und aus anderen, z. T. besonders von v. Koenen erörterten Überlegungen wird man für die Oberharzer Gänge ein jugendliches Alter für sehr wahrscheinlich halten dürfen (s. S. 518—520). Man unterscheidet im Oberharze folgende Gangzüge:

1. Der nördlichste ist der Gegental-Wittenberger Zug.

2. Der Lautenthal-Hahnenkleer Zug, wird jetzt noch bei Lautenthal abgebaut.

3. Der Bockswiese-Schulenberger Zug; nachdem im Jahre 1904 der Schulenberger Juliane Sophie-Schacht aufgelassen wurde, findet jetzt nur noch zu Bockswiese untergeordneter Betrieb statt.

4. Der Hütschenthal-Spiegelthaler Zug.

5. Der Haus Herzberger Zug.

6. Der bis nach Wildemann streichende, bei Zellerfeld abgebaute Zellerfelder Zug, der nach Südosten zu als

7. Burgstädter Zug fortsetzt. Auf diesem baut der 865 m tiefe Kaiser Wilhelm-Schacht (Herzog Georg Wilhelm) und der Königin Marien-Schacht (Bergmannstrost).

8. Der Rosenhöfer Zug, gegenwärtig noch durch den Rosenhöfer Schacht abgebaut.

9. Der Silbernaaler Zug mit der Grube Bergwerkswohlfahrt; in der westlichen Verlängerung des Silbernaaler Zuges baut die Grube Hilfe Gottes bei Grund.

10. Der Laubhütter Zug.

Wie das Kärtchen (Fig. 159) erkennen läßt, sind die Oberharzer Gänge nur ein Teil jener zahlreichen spitzwinkelig zum Schichtenstreichen verlaufenden Spalten, welche parallel dem nördlichen Harzrande das Gebirge durchziehen und, soweit sich das erkennen läßt, die Rolle von Verwerfern spielen. Die meisten Gänge haben die sehr monotonen Tonschiefer und Grauwacken des Culm zum Nebengestein. Nur ganz wenige setzen im Devon auf oder finden z. B. ihre Fortsetzung in dem oberdevonischen Kalkstock des Ibergs. Wie besonders v. Groddeck gezeigt hat, sind der Bockswiese-Schulenberger, der Lautenthaler

[1]) Siehe u. a. Everding, Die Schwerspatvorkommen am Rösteberge und ihre Beziehung zum Spaltennetz der Oberharzer Erzgänge; Ztschr. f. pr. Geol., 1903, 89 bis 106.



und auch der Gegental-Wittenberger Zug Verwerfer; so ist längs des ersteren der Culm um mindestens 200 m an dem Unterdevon der Schalke abgesunken; wie Fig. 114 (S. 488) zeigt, war die Senkung eine staffelförmige und Schichten des Mittel- und Oberdevons werden dann gleichfalls Nebengestein solcher Gänge. Daß alle übrigen Clausthaler Gänge die Bedeutung von Verwerfungen besitzen,

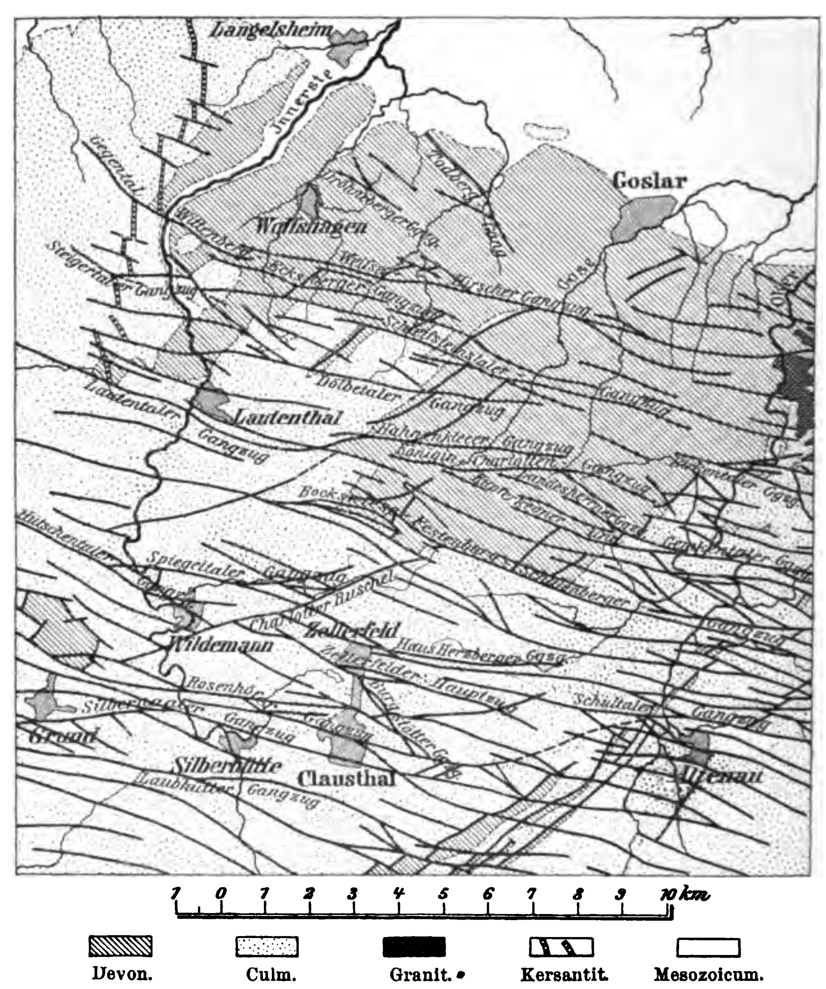


Fig. 159. Die Spalten, Erzgänge und Ruscheln der Umgegend von Clausthal. (Beushausen, 1900.)

ist sehr wahrscheinlich. Es sind im großen ganzen annähernd parallelstreichende, nicht ganz gerade verlaufende Zerrüttungszonen, ausgezeichnete Beispiele zusammengesetzter Gänge. Die meisten fallen 65—80° gegen Süden ein; nur ganz vereinzelt ist „verkehrtes" Einfallen, und nur wenige Gänge, z. B. einige im Rosenhöfer Revier, können als einfache bezeichnet werden. Ein auffallend abweichendes Streichen hat der SO.—NW. verlaufende Burgstädter Zug; im übrigen dürften die mehr oder weniger den Schichten parallelen, auf den Karten teilweise

noch als solche verzeichneten „faulen Gänge“ nur Ruscheln[1]) sein. Davon sind durch den Bergbau bekannt die Burgstädter, die Charlotter und Caroliner Ruschel. Sie verlaufen spitzwinkelig zu den Gängen und sind aus zerriebenen, gefältelten und gepreßten und mit Rutschflächen durchsetzten Schiefern bestehende Quetschzonen. Teilweise endigen an ihnen, wie z. B. am sog. Alte Segener Liegenden Gang auf Rosenhof (Fig. 162), die Gänge in ähnlicher Weise wie zu Andreasberg, teils lenken sie die Gänge ab, teils werden sie von ihnen durchsetzt, und dann mögen innerhalb der Ruschel wohl noch horizontale Verschiebungen zu einer Zerstückelung des Ganges geführt haben, wie sie durch Köhler vom Burgstädter Gangzug beschrieben worden ist. Die größeren Oberharzer Gänge verlieren ihre Bauwürdigkeit nach Osten zu mit der Annäherung an die von Überschiebungen durchzogene Zone des sogen. Diabaszuges. Ihre streichende Ausdehnung ist z. T. eine sehr große; so ist der Bockswiese-Schulenberger Zug auf 10, der Silbernaaler auf mindestens 8, vielleicht sogar auf 11 km Länge zu verfolgen.

Innerhalb des einen Gangzug darstellenden Komplexes von Klüften und

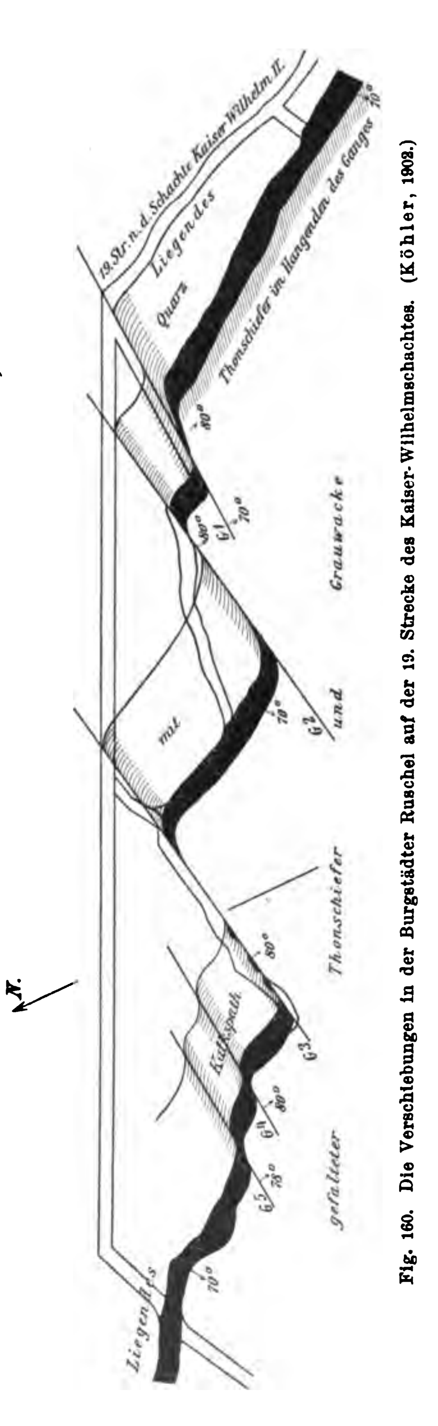


Fig. 160. Die Verschiebungen in der Burgstädter Ruschel auf der 19. Strecke des Kaiser-Wilhelmschachtes. (Köhler, 1902.)

1) Gebhardt, Beiträge zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Erzgängen und faulen Ruscheln des nordwestlichen Oberharzes; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLVII, 1899, 135—172. — Köhler, Die Verschiebungen auf der 19. Strecke westlich vom Schachte Kaiser Wilhelm II. bei Clausthal; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXI, 1902, 265—267. — Hecker, Beitrag zur Frage nach der Entstehung der Harzer Ruscheln; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LI, 1903, 96—114. — Siehe dagegen Köhler, Die Burgstädter „Faule Ruschel“ auf der Grube Herzog Georg Wilhelm; ebenda 370 bis 373 und die Klarstellung Baumgärtels, Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXII, 1903, 325—327.

Gängen, der in sich die Anzeichen wiederholter Bewegungen, Aufreißungen und Mineralansiedelungen erkennen läßt, treten einzelne bis zu mehrere Meter mächtige Gänge besonders hervor, welche die eigentlichen Träger des Erzreichtums sind. Sie verlaufen manchmal zueinander weithin parallel oder scharen sich aus divergenten Richtungen oder spielen die Rolle von Bogen- oder Diagonaltrümern

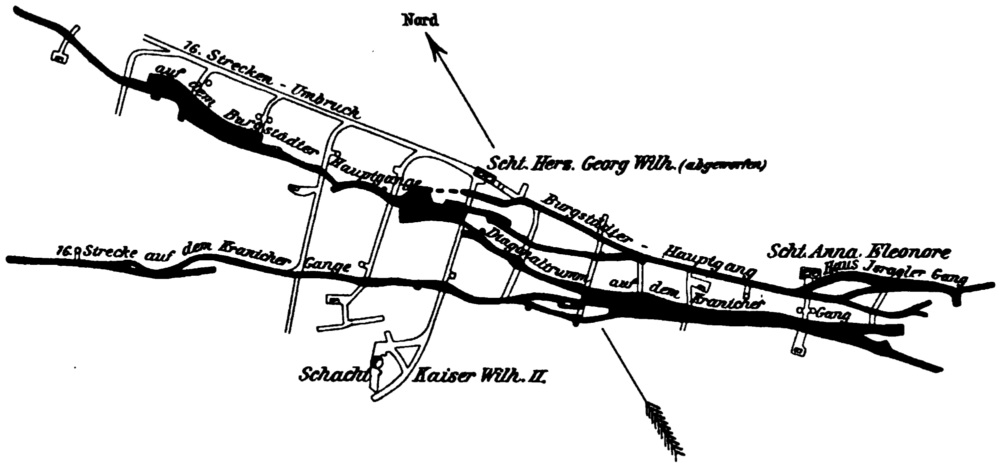


Fig. 161. Der Burgstädter Gangzug. 1 : 2180.

(S. 482). „Die Trümer tun sich oft zu einer bedeutenden, viele Lachter betragenden Mächtigkeit auf, und verfolgt man sie ihrem Streichen und Fallen nach, so nehmen sie früher oder später an Mächtigkeit ab, werden bis auf wenige Zoll zusammengedrückt, behalten diese geringe Mächtigkeit noch einige Zeit bei, um

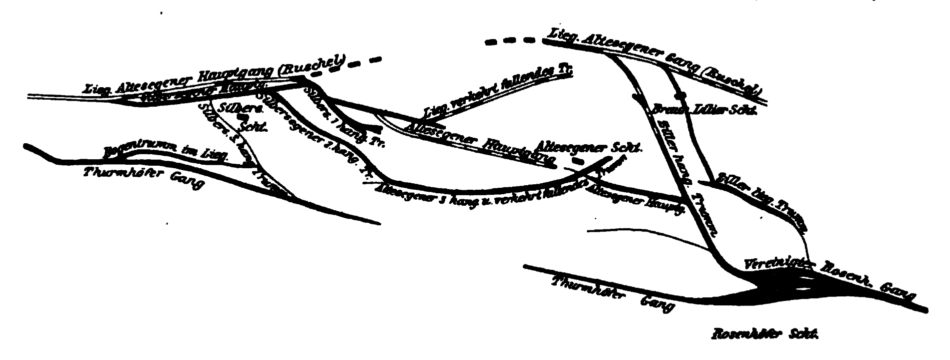


Fig. 162. Der Rosenhöfer Gangzug. 1 : 7640.

sich dann wieder aufzutun oder gänzlich auszukeilen.“ (v. Groddeck.) Am kompliziertesten sind diese Verhältnisse am Burgstädter Zug und auf der Grube Rosenhof (Fig. 161 u. 162). Die Mächtigkeit der zusammengesetzten Gänge beträgt bis gegen 80 m; sie erreicht beim Lautenthaler Zug 70, beim Silbernaaler und Bockswiese-Schulenberger Zug bis zu 40 m. Auf dem Burgstädter Zug ist der Hauptgang 5—12 m mächtig, wovon 2—7 m erzführend sind. Während manch-

mal der Gang zu einem Gewirre sich durchsetzender Klüfte werden kann, tut er sich stellenweise zu einer mehrere Meter breiten Masse reiner, derber Gangarten und Erze auf. Durchschneidungen der Gänge, welche z. B. zu Freiberg so gewöhnlich und teilweise für ihre Veredelung so wichtig sind, spielen zu Clausthal keine Rolle. Demgemäß sind auch Querverwerfungen selten, dagegen sind Verschiebungen häufig zu beobachten. Gangscharungen sind für den Clausthaler Bergbau besonders wichtig, weil sich an ihnen die reichsten und mächtigsten Erzmittel finden. Im Ausstriche sind die Gänge nur stellenweise als Quarzriffe zu verfolgen, wie der Gegental-Wittenberger Gang, der überdies in seinen oberen Teufen ausgezeichnet schönen braunen Glaskopf geliefert hat. Im übrigen ist ihr Verlauf z. T. durch Taltiefungen bezeichnet.

Das von den Gangzügen durchsetzte Gestein ist teilweise in den „Gangtonschiefer“ umgewandelt (s. S. 523—524 und die Literaturangaben daselbst). Wirkliche Bruchstücke des Nebengesteins finden sich nicht selten in den Gangspalten selbst und geben Anlaß zu den mannigfaltig ausgebildeten, häufig prachtvollen Kokarden- und Ringelerzen; die Grube Ring und Silberschnur bei Zellerfeld hat von dem Aussehen solcher Erze ihren Namen (Fig. 145, S. 537).

Die Mineralführung der Oberharzer Gänge ist eine verhältnismäßig einfache. Vor allem fehlen, abgesehen von dem sehr seltenen Auftreten des lichten Rotgiltigerzes (auch Pyrargyrit kommt vor) arsenhaltige Mineralien ganz. Von Sulfantimoniden kennt man das Fahlerz, den Bournonit und das Zundererz. Im übrigen sind Bleiglanz und Zinkblende in sehr schwankenden Verhältnissen und meistens sehr untergeordneter Kupferkies die Erze; Schwefelkies tritt ganz zurück und ist eher noch weniger verbreitet als der Markasit.

Schon v. Groddeck hat die Oberharzer Gänge nach den in ihnen vorherrschenden Gangarten in zwei Zonen unterschieden: erstlich in eine südliche, in welcher Schwerspat und Spateisenstein, und zweitens eine nördliche, in welcher Quarz und Kalkspat überwiegen. Wie er selbst schon erkannte, ist diese Einteilung keine strenge, in praktischer Hinsicht bleibt indessen doch eine teilweise sehr scharfe Unterscheidung zwischen den von den Gruben Rosenhof, Bergwerkswohlfahrt und Hilfe Gottes bei Grund einerseits und den auf dem Burgstädter und Zellerfelder Gangzug, zu Schulenberg, Bockswiese und Lautenthal andererseits abgebauten Erzen bestehen; die ersteren sind silberreiche Bleierze mit sehr viel Schwerspat und mit Spateisenstein, bei meistens ganz zurücktretender Zinkblende und spärlichen Kiesen, letztere bestehen aus silberärmerem Bleiglanz, bald überwiegender, bald untergeordneter Zinkblende, sehr wechselnden Mengen von Kupferkies und Quarz und Kalkspat. Übrigens schließen sich die beiden Gruppen von Gangarten nicht völlig aus.

Die barytischen Gänge, welche sich von der barytischen Bleiformation Freibergs u. a. durch das vollständige Fehlen des Flußspats unterscheiden, sind insbesondere auf der Grube Rosenhof und bei Wildemann der Fundpunkt schön kristallisierter Mineralien, wie Kupferkies, Antimonfahlerz (mit 3—5 % Silber), Bournonit, Schwerspat, Dolomit und Eisenspat gewesen. Sie sind reicher an den Sulfantimoniden als die Kalk-Quarzgänge; auf diesen sind gute Kristallisationen von Quarz, Kalkspat, Bleiglanz und vor allem von brauner Zinkblende nicht

selten. Bournonit ist hier nur ganz vereinzelt vorgekommen. Sehr selten findet sich auf den Oberharzer Gängen Zinnober, sowie Amalgam und Quecksilber. Der vom Silbernaaler Gangzug bekannte Strontianit ist eine Ansiedelung auf jüngeren Querklüften. Selenquecksilber (Tiemannit) kam auf einem Kupferkiestrum der alten Grube Charlotte am Burgstädter Zuge vor; Weißbleierz, Anglesit, Pyromorphit sind besonders von alten Halden in mehr oder weniger schöner Ausbildung bekannt. Der silberhaltige Bleiglanz war früher der Hauptgegenstand des Oberharzer Bergbaues; er ist es noch auf den reichen Gängen des Grunder Revieres (Bergwerkswohlfahrt und Hilfe Gottes), wo sein Silbergehalt in seltenen Fällen bis zu fast 0,5 % steigen kann, gewöhnlich aber 0,2—0,3 % beträgt. Im Burgstädter Revier enthält der Bleiglanz 0,075 %, auf dem Zellerfelder 0,09 %, zu Lautenthal und Bockswiese 0,05 % Silber. Neuerdings hat sich im Rosenhöfer und Burgstädter Revier eine erhebliche Zunahme der Blende eingestellt; das Verhältnis zwischen Bleiglanz und Blende in der Gesamtförderung dieser beiden Reviere ist gegenwärtig 13 : 4; zu Lautenthal findet hauptsächlich Blendeförderung statt. Der Kupferkies hat im ganzen nur eine untergeordnete Bedeutung. Ein schwerspat- und kupferkiesführender Gang ist am Taternberg bei Seesen abgebaut worden. Die säulen- oder linsenförmigen oder unregelmäßig gestalteten Erzmittel fallen mit geringen Ausnahmen nach Westen ein. Eine allgemein genügende Erklärung hierfür hat sich noch nicht auffinden lassen. Von den möglichen Gangstrukturen ist am seltensten die symmetrisch lagenförmige zu beobachten. Im übrigen führen besonders die Gänge bei Zellerfeld und der Burgstädter Gangzug Breccien- und letzterer auch Banderze von seltener Schönheit.

Die ersten Bergbauunternehmungen auf dem Oberharzer Plateau scheinen um 1220 von den Mönchen des anfangs des XIII. Jahrhunderts zuerst erwähnten Klosters Cella (Zellerfeld) ausgegangen zu sein und sich zunächst mit dem Hütschenthaler, Zellerfelder und Burgstädter Zug befaßt zu haben. Um 1350 wurde, wie man sagt wegen der großen Pest, der Bergbau wieder eingestellt, die Gegend fast verlassen. Im Jahre 1505 entstand die Bergstadt Grund, als man zunächst die im Iberg auftretenden Eisensteine auszubeuten anfing; bald darauf, um 1525, wurde auch der übrige Bergbau unter lebhaftem Zuzug fremder Bergleute wieder aufgenommen; es folgten sich die Gründungen von Zellerfeld, Wildemann, Lautenthal, Clausthal (1554) und Altenau. Um jene Zeit geschah die Besiedelung des Oberharzes vor allem vom oberen Erzgebirge her. Nach dem dreißigjährigen Kriege konnte sich der verfallene Bergbau erst um das Jahr 1700 wieder erholen; von da an waren es besonders die reichen Erzmittel des Dorotheer und Carolinenschachts, welche von 1709—1863 eine Ausbeute von 19800000 M. geliefert haben. Manche Erfindungen hatte fernerhin die Bergbautechnik dem in immer größere Tiefen vordringenden Oberharzer Bergbau zu verdanken. Vom Jahre 1777—1799 fand der Bau des 20500 m langen, 200 m Teufe einbringenden, tiefen Georgstollens, von 1851—1864 der des Ernst August-Stollens statt, der 26000 m lang ist und dessen Mundloch bei Gittelde 400 m unter Clausthal liegt. Die notwendigen Kraftwässer werden in 67 Teichen aus einem weitausgedehnten, bis in das Brockengebiet reichenden Grabensystem gesammelt. Nachdem schon zu Beginn des XIX. Jahrhunderts die Verstaatlichung des Oberharzer Bergbaues eingesetzt hatte, wurde dieselbe im Jahre 1864 vollständig. Die Anfänge der Clausthaler Bergakademie reichen bis in das Jahr 1775 zurück. Im Jahre 1903 produzierten die staatlichen Gruben von Clausthal

und Lautenthal 18746 t Zinkblende und 190 t Kupferkies; die gesamte Roherzförderung des Oberharzes (einschließlich der unbedeutenden von Andreasberg) betrug 207628 t, woraus neben der erwähnten Zinkblende 13750 t Beischlich gewonnen wurden.

Ein im Spiriferensandstein aufsetzender, etwa 3 m mächtiger Bleiglanzgang ist etwa 4 km südlich von Goslar im Schleifsteintal (Grube Großfürstin Alexandra) bekannt und jetzt wieder in Abbau genommen worden. Er soll später bei Besprechung der dort einbrechenden Nickelerze erwähnt werden.

Ein recht ausgedehntes Ganggebiet ist dasjenige um Harzgerode und **Neudorf**[1]) im Unterharz, teilweise im Herzogtum Anhalt gelegen. Die Gänge setzen in wahrscheinlich größtenteils silurischen, von Diabasen durchlagerten Schiefern und Grauwacken mehr oder weniger weit entfernt vom Granitmassiv des Rambergs auf. Ihr Streichen ist ähnlich wie dasjenige der Oberharzer Gänge vorwiegend parallel dem nördlichen Harzrande. Ihre im einzelnen recht verschiedenartige Füllung ist meistens durch Spateisenstein und Flußspat charakterisiert; die an Flußspat reichen Gänge neigen zu einer untergeordneten Führung von Kupferkies und sind teilweise ganz oder fast frei von Bleiglanz, wie z. B. der Flußspatgang im Suderholz bei Straßberg, der den weiter südlich gelegenen Gängen bei Rottleberode ähnlich ist. Der wichtigste und bis vor wenig Jahren noch abgebaute Bleiglanzgang dieser Gegend ist der WNW.—OSO. streichende, nach Norden einfallende Neudorf-Straßberger Gangzug, der 13 km weit bekannt geworden ist. Es ist ein zusammengesetzter Gang von sehr unregelmäßiger Erzführung und Mächtigkeit; die letztere beträgt stellenweise bis 40 m. Er wurde zuletzt am Meiseberg und Pfaffenberg, d. h. in seinem mittleren Teil, dem sogen. Dillenburger Zug, abgebaut. Nach Lüdecke sind die ältesten Gangmineralien Quarz, Pyrit und Magnetkies; darauf folgen hauptsächlich Flußspat und Spateisenstein, untergeordnet Blende und als Seltenheit Schwerspat; die dritte Generation bildet Bleiglanz und Kupferkies mit untergeordnetem Bournonit, Fahlerz, Federerz, Antimonglanz und Zundererz. Sehr merkwürdig ist das Vorkommen von Wolframit und Scheelit. Als vierte Generation treten endlich Kalkspat und Braunspat hinzu.

Das hauptsächlich aus SW.—NO. streichenden devonischen Ablagerungen bestehende **rheinische Schiefergebirge** ist ungeheuer reich an gangförmigen Lagerstätten verschiedener Art, wenn auch für die heutige Zeit nur noch ein verschwindend kleiner Teil als abbauwürdig in Betracht kommen kann. Eine Anzahl seit vielen Jahrzehnten in Betrieb stehender Gruben ist im unteren Lahngebiete tätig. Die dortigen, den devonischen Schichten fast parallel streichenden Gänge hat Wenckenbach in 7 Gruppen zusammenzufassen gesucht, indem er von Westen nach Osten den Emser, Mahlberger, Hömberg-Dausenauer, Windener, Weinährer, Holzappeler und den Siebenten Gangzug unterschied. Nur in der Gegend von Holzappel, bei Ems und Oberlahnstein-Braubach findet jetzt noch Bergbau statt.

[1]) Koch, Vom Bergwerkshaushalt zu Straßberg, 1810. — Giebel, Der Straßberger Bergbau, seine Vergangenheit und Zukunft; Ztschr. f. d. ges. Naturw., XII, 1858, 405—422. — Schoenichen, Zur Kenntnis der Erzgänge des Anhaltischen Harzes; ebenda XXXI, 1868, 81—126. — Kegel, Beitrag zur Kenntnis der Neudorf-Harzgeroder Gänge (Ostharz); Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 397—400. — Lüdecke, Minerale des Harzes, 22—23.



Der **Holzappeler** Gangzug[1]) besteht in der Hauptsache aus vier Gängen, von denen drei SW.—NO. gerichtete, unter etwa 70° gegen SO. einfallende, nämlich das liegende Trum, wegen seines Kupferreichtums im westlichen Felde auch als Kupfertrum bezeichnet, der Hauptgang und der weiße Gebirgsgang in Abständen von 6—10 m einander parallel laufen, während der Quergang sie mit nordnordöstlichem Streichen schneidet. Sie setzen in unterdevonischen Grauwacken, Grauwackensandsteinen und Tonschiefern auf und sind in westlicher Richtung bis Langenau a. d. Lahn 8 km weit zu verfolgen. In den jetzigen Teufen hat sich nur der 60—80 cm mächtige Hauptgang als abbauwürdig erwiesen. Er durchschneidet als einfacher Gang die Schichten im Streichen wie im Fallen unter sehr spitzen Winkeln und seine Salbänder liegen der Gesteinsschieferung parallel, so daß man ihn früher für ein Lager oder einen Lagergang gehalten hat. Bruchstücke des Nebengesteins sind in ihm nicht häufig, seine Füllung besteht vielmehr fast ausschließlich aus Quarz, silberhaltigem Bleiglanz, brauner bis schwarzer Zinkblende und untergeordnetem Spateisenstein. Kalkspat ist selten, ebenso Schwerspat; Kupferkies und Schwefelkies treten auf dem Hauptgang zurück, waren aber häufiger auf dem liegenden Trum; ziemlich verbreitet ist Fahlerz. Die Füllung ist gewöhnlich massig, seltener lagenförmig. Die bis 100 m langen Erzmittel schießen unter Winkeln von 14—20° von Westen nach Osten ein. Ein besonderes Interesse bietet das von Bauer zuerst beschriebene „weiße Gebirge“, das man früher wohl auch als Talkschiefer bezeichnet hat. Es findet sich nicht nur bei Holzappel, sondern auch in den westlicher gelegenen Gruben von Wellmich und Werlau und ist sehr ausführlich von v. Groddeck untersucht und beschrieben worden. Teilweise liegen diese bis zu 2 m mächtigen Einlagerungen dem Gange parallel, sind aber von ihm durch eine mehrere Meter dicke Masse von Nebengestein („blaues Gebirge“) geschieden, welches sie selbst gangförmig durchsetzen; sie finden sich bald im Hangenden, bald im Liegenden und treten nur selten mit dem Erzgange in unmittelbare Berührung. Mitunter wird indessen das weiße Gebirge auch von

[1]) Schneider, Besonderes Erzvorkommen in mit taubem Gestein ausgefüllten Gängen im Grauwackengebirge der niederen Lahngegend; in Nöggerath, Das Gebirge in Rheinland-Westphalen, III, 1824, 216—224. — Bauer, Die Silber-, Blei- und Kupfergänge von Holzappel an der Lahn, Welmich und Werlau am Rhein; Karst. Arch., XV, 1841, 137—209. — Wenckenbach, Beschreibung der im Herzogtum Nassau an der unteren Lahn und dem Rhein aufsetzenden Erzgänge, sowie eine kurze Übersicht der bergbaulichen Verhältnisse derselben; Nass. naturw. Jahrb., XVI, 1861, 266—329 und in Odernheimer, Das Berg- und Hüttenwesen im Herzogtum Nassau, 1865, 104 bis 151. — Holzapfel, Das Rheinthal von Bingerbrück bis Lahnstein; Abh. preuß. geol. Landesanst., N. F. XV, 1893, 65—83. — Souheur, Die Lagerstätte der Zink-, Blei- und Kupfererzgrube „Gute Hoffnung“ bei Werlau am Rhein; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. für 1892, XIII, 1893, 96—110. — Beschreibung der Bergreviere Wiesbaden und Diez, herausgeg. vom kgl. Oberbergamte zu Bonn, 1893. — Dunker, Beschreibung des Bergreviers Coblenz II, Bonn 1884, 30—36. — v. Groddeck, Zur Kenntnis einiger Sericitgesteine, welche neben und in Erzlagerstätten auftreten; N. Jahrb., II. Beil.-Bd., 1882, 72—138. — Ders., Studien über Thonschiefer, Gangthonschiefer und Sericitschiefer; Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1885, 1—52.



Erzschnüren begleitet, wie es beim Weißen Gebirgsgang der Fall ist, der aus zwei einzelnen 15—30 cm mächtigen Trümern besteht, zwischen denen es eingeschlossen liegt; endlich kann es auch quer zum Erzgange verlaufen. Die nach der äußeren Erscheinung und ihrer Herkunft recht ungleichartigen, als weißes Gebirge bezeichneten Gesteine enthalten alle als wesentlichsten Bestandteil Sericit, daneben auch Karbonspäte und Quarz. Teilweise dürften sie hochgradig veränderter Diabasmandelstein, teilweise ebensolcher Tonschiefer sein. Westlich vom Stephanschacht erfährt der Gang eine geringe Ablenkung durch eine 6—10 m mächtige Ruschel, das „faule Gebirge". Unter den übrigen Störungen sind die sog. „Bänke" die bemerkenswertesten. Sie bestehen in einer plötzlichen Änderung der Fallrichtung des Ganges, der fast horizontal zu liegen kommt. Sie wurden bewirkt durch Horizontalverschiebungen, welche selbstverständlich auch das Nebengestein und das den Gang begleitende weiße Gebirge betroffen haben. Der Gang verringert dabei seine Mächtigkeit oder wird zum bloßen Bestege, an dessen beiden Enden die auseinandergezerrten Enden hakenförmig umgebogen sind; der Bleiglanz ist durch den Druck im Gegensatz zu seiner sonstigen Ausbildung feinspeisig geworden. Die größte solche „Bank" hat eine Breite von 50 m und ist auf mehr als 125 m verfolgt worden.

Der Holzappeler Bergbau reicht bis ins XVI. Jahrhundert zurück; seit dem Jahre 1761 ist er ununterbrochen fortgeführt worden.

Der Erzgang von Grube „Gute Hoffnung" bei **Werlau,** nördlich von St. Goar, liegt in Ton- und Grauwackenschiefern der unteren Koblenzstufe, welch letztere oft quarzitisch sind. Er streicht annähernd wie die Schichten, fällt aber steiler, nämlich durchschnittlich unter 70—75° ein und besitzt eine ungleichmäßige Mächtigkeit von 0,3—4 m einschließlich der von ihm durchtrümerten Schiefermassen. Die Füllung ist mitunter brecciös und besteht hauptsächlich aus Zinkblende und daneben untergeordneter aus Bleiglanz mit quarziger Gangart, ferner aus Kupferkies, Eisenkies und Spateisenstein sowie Dolomit. Der Gang ist stets in Entfernungen bis zu 10 m von „weißem Gebirge" begleitet, das selbst gangförmig die Schichten durchschneidet und an einer Stelle offenbar von dem Erzgange durchsetzt wird. Auch der Werlauer Gang ändert mehrfach unter der Bildung von „Bänken" sein Einfallen, wie er überhaupt in sehr vieler Beziehung dem Holzappeler Hauptgange ähnlich ist. Jenseits des Rheines findet er seine Fortsetzung bei Ehrenthal und Wellmich, wo er stellenweise auch etwas silberreiches Fahlerz führte.

Der nordwestlichste und liegendste der „Gangzüge" des Unterlahngebietes ist derjenige, worauf noch die Gruben Merkur bei **Ems** und Friedrichssegen und Rosenberg nordöstlich von **Braubach** am Rhein bauen. Nach Wenckenbach soll diese Gruppe von Dernbach bei Montabaur mit größerer oder geringerer Sicherheit bis in die Moselgegend, 8 deutsche Meilen weit zu verfolgen sein; das Streichen der einzelnen ihr angehörigen Gänge liegt zwischen NNW. und NO. und spitzwinkelig zur Richtung der Gruppe in ihrer Gesamtheit und z. T. rechtwinkelig zum Schichtenstreichen. Die Emser Gänge sind an eine mit den Grauwacken streichende und fallende schieferige Einlagerung von erheblicher Mächtigkeit gebunden. Das Hangende und das Liegende dieser Zone bilden im allgemeinen die Endigung der Gänge, welche dieselbe unter spitzem Winkel durchschneiden. Die Füllung der bald deutliche Salbänder zeigenden, bald mit

dem Nebengestein fest verwachsenen Gänge besteht aus Quarz, silberhaltigem Bleiglanz, Zinkblende, Kupfer- und Schwefelkies, woneben auch Fahlerz, Kobaltkies, Nickelarsenikglanz, Bournonit usw. einbrechen, und besitzt teils lagenförmige, teils massige Struktur. Durch ihre prächtigen sekundären Erzbildungen ist vor allem die Grube Friedrichssegen bekannt geworden. Seligmann[1]) nennt von dort Brauneisenstein, Goethit, Pyrolusit, Weißbleierz, die prächtigen, besonders im Jahre 1867 in einer gewaltigen Druse vorgefundenen Pyromorphite, Kupferlasur, Malachit, gediegen Kupfer und Silber. Auf der auflässigen Grube Schöne Aussicht bei Dernbach kam gleichfalls Braun- und Grünbleierz in größeren Massen vor; als Seltenheiten fanden sich Beudantit (phosphor-schwefelsaures Eisen und Blei), Skorodit, Jodobromit, Jodsilber und Amalgam. Infolge zahlloser, großenteils scheinbar parallel den Schichten verlaufender Störungen und durch Horizontalverschiebungen sind die Gänge von Ems und Friedrichssegen vielfach im Streichen und Fallen unterbrochen und bieten das Bild einer außerordentlichen Zerstückelung dar. Die Grube Mahlberg auf Wenckenbachs „zweitem Gangzug" südlich von Ems ist jetzt auflässig; dasselbe gilt für die Baue bei Homberg, Dausenau, Winden, Scheuern und Weinahr und viele andere zwischen Ems und Holzappel, nördlich und teilweise südlich der Lahn. Das Bergrevier Diez förderte im Jahre 1902 7882 t Blei- und 18559 t Zinkerze gegen bezw. 9448 und 17368 t im Vorjahre; etwa die Hälfte dieser Ziffern entfällt auf die Gruben bei Holzappel.

Südlich der Mosel ging in den 60er und 70er Jahren des XIX. Jahrhunderts Bergbau auf den Gruben Adolph und Helena bei **Peterswald** um; die dortigen fünf Gänge hatten alle Ähnlichkeit mit dem Werlauer Vorkommen und wurden wohl auch als dessen südwestliche Fortsetzung betrachtet. Auf die zahlreichen anderen Bleierzgänge des Hunsrück und der Moselgegend,[2]) wie bei Bernkastel, die sämtlich keinerlei Bedeutung mehr besitzen, kann nicht ausführlicher eingegangen werden.

Ohne größere Bedeutung sind die bei Wissen an der Sieg und Altenkirchen[3]) an der Wied neben den viel wichtigeren und zahlreicheren Spateisensteingängen verbreiteten Bleierzgänge. Man unterscheidet sie in Gänge mit quarziger und solche mit schieferiger oder lettiger Gangmasse. Sie enthalten teilweise eine nicht unerhebliche Menge Kupferkies. Eine geringfügige Blei- und Zinkerzproduktion findet endlich noch in den Bergrevieren Müsen, Burbach,[4]) Weilburg und Koblenz statt. Östlich von Ehrenbreitstein baut die Grube Mühlenbach bei Arenberg[5]) auf einem Gange mit vorwaltender Blende,

[1]) Beschreibung der auf der Grube Friedrichssegen vorkommenden Mineralien; Verh. naturh. Ver. preuß. Rheinl. und Westf., XXXIII, 1876, 241—266.

[2]) Notizen über einige auflässige Bleierzgruben auf der linken Rheinseite; Berggeist, XII, 1867, 363—364, 382, 398—399, 451—452. — Calmelet, Mémoire statistique sur les richesses minérales du département de Rhin-et-Moselle; Journ. d. mines, XXV, 1809, 257—312. — Kaiser, Zinkblende von Adenau, Rheinprovinz; Ztschr. f. Kristallogr., XXVII, 1896, 51—55.

[3]) Wolf, Beschreibung des Bergrevieres Hamm; bearb. im Auftr. d. k. Oberbergamts zu Bonn, 1885, 34—36.

[4]) Hundt, Gerlach, Roth und Schmidt, Beschreibung der Bergreviere Siegen I, Siegen II, Burbach und Müsen; Bonn 1887, 141—179.

[5]) Diesterweg, Beschreibung des Bergreviers Wied; Bonn 1888, 66.



wenig Bleiglanz und nur wenig Kupfer- und Schwefelkies samt quarziger Gangart; sie ist die wichtigste Zinkerzgrube des Bergrevieres Wied, das im Jahre 1902 über 5000 t Zinkerz produzierte. Auf der Grube Gonderbach in der Grafschaft Wittgenstein-Hohenstein hat man Ende der 1850er Jahre einen reichen Anbruch von Rotgiltigerz gemacht.[1])

Die Gänge von **Ramsbeck**[2]) im Kreis Meschede (Reg.-Bez. Arnsberg in Westfalen) setzen im Nordflügel des von Siegen über Schmallenberg nach Stadtberge in nordöstlicher Richtung streichenden Devonsattels auf. Als ihr Nebengestein kommen hauptsächlich Tonschiefer und untergeordnete Grauwacken, sowie stellenweise Diabase in lagerartigem oder seltener gangförmigem Auftreten in Betracht. Die Schichten sind überkippt und fallen in der Regel mit 25—30° nach Süden ein; das Ganggebiet ist eine Zone gewaltiger Überschiebungen. Die Lagerstätten haben den Charakter zusammengesetzter Gänge von gewöhnlich recht flachem Einfallen. Sie durchschneiden mit östlichem oder ostnordöstlichem Verlauf die Schichten sowohl im Streichen wie im Fallen unter sehr spitzen Winkeln, und darin und in der großenteils schieferigen Beschaffenheit dieser letzteren ist der Grund für ihre besondere Erscheinungsweise gegeben. Ihre Mächtigkeit ist regelmäßig eine geringe. Sie zeigen keine Salbänder, vielmehr ist das Nebengestein selbst mit viel Quarz- und Erzschnüren durchwachsen. Wo mächtige Grauwackenmassen in die Tonschiefer eingelagert sind, folgen die Erze dem „Kontakte“ zwischen beiden Gesteinen auf weite Erstreckung, um endlich wieder die Gesteinsbänke spitzwinkelig zu durchsetzen. Von Gangstörungen sind besonders horizontale, sehr flachliegende Verschiebungen häufig und in ihrer Entwickelung typisch. Die Erzführung besteht hauptsächlich in Bleiglanz und Zinkblende; der Silbergehalt des ersteren ist in den östlichen Gangteilen höher als in den westlichen (0,027—0,065 %). Der durch Druck längs der „flachen Schiebungen“ feinspeisig gewordene Bleiglanz ist besonders silberreich (bis über 0,1 %). Blende bildet jetzt den Hauptgegenstand der Förderung. Schwefel- und Kupferkies sind untergeordnet, Fahlerz ist selten vorgekommen; Quarz ist die gewöhnliche Gangart, daneben bricht auch etwas Spateisenstein ein. Arsenkies, Kalkspat, Dolomit und Schwerspat sind jüngere Bildungen auf Klüften. Weiß- und Grünbleierz haben sich nur selten gefunden. Die Erze treten nesterartig und regellos verteilt zwischen ausgedehnten tauben Zonen auf. Die Zahl der Erzgänge ist eine sehr große; sie sind 10 km weit zwischen dem Nier- und Ruhrtal zu verfolgen. Die gesamte Förderung an Bleierz im Bergrevier Brilon betrug im Jahre 1903 3000 t, die von Zinkerz, an welcher die Gruben Ver. Bastenberg und Dörnberg, Juno und Gottesgabe beteiligt sind, 6800 t (1902 8100 t).

In der Gegend von **Bensberg**[3]) und Gladbach bei Köln gibt es zahlreiche Gänge der quarzigen Bleiformation, deren hauptsächlichste Bedeutung jetzt

---

[1]) Schmidt, Das Vorkommen von Rotgiltigerz auf der Grube Gonderbach in der Grafschaft Wittgenstein; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XI, 1863, 228—231.

[2]) Haber, Der Blei- und Zinkerzbergbau bei Ramsbeck im Bergrevier Brilon; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLII, 1894, 77—112.

[3]) Buff, Beschreibung des Bergreviers Deutz, 1882. — Siehe ferner besonders die Profile in Schneiders Karte der Lagerstätten nutzbarer Mineralien der Umgegend

in ihrer Zinkblendeführung besteht, so daß das Bergrevier Deutz zu den wichtigeren Zinkproduzenten Deutschlands gehört. Die Gänge durchsetzen im nordwestlichen Flußgebiet der Sieg um die Flüßchen Sülz und Agger die devonischen Lenneschiefer. Zum größten Teile werden sie nur bis 0,5 m mächtig, zeigen deutliche Salbänder und enthalten neben den Erzen und Quarz Bruchstücke des Nebengesteins. Teilweise aber handelt es sich um zusammengesetzte Gänge von enormen Dimensionen, die ihr Nebengestein stark verändert, in „Ganggesteine" verwandelt haben; in Rutschflächen zeigen diese die deutlichen Anzeichen späterer Bewegungen. Die hauptsächlichste Gangart ist meistens der Quarz, sehr verbreitet der Spateisenstein, untergeordnet Kalkspat. Häufig fehlt jede Andeutung von Salbändern. Als ein großartiges Beispiel eines zusammengesetzten Ganges ist schon früher das mächtige Gangsystem der Grube Lüderich südlich von Immekeppel geschildert werden; der „hohe Lüderich" ist ein 261 m hoher Bergrücken östlich des Sülzbaches. Der Gangkomplex streicht etwa nordnordöstlich, fällt nach Osten ein und besteht aus einer von zahlreichen größeren und kleineren Spalten in der unregelmäßigsten Weise durchzogenen Zone von Tonschiefern, Grauwacken, Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein. Innerhalb dieses durchtrümerten Gebirges unterscheidet man einzelne besondere Bleiglanz- und Zinkblendelagerstätten, die selbst wiederum von einer Übereinanderlagerung verschiedener, teilweise bis 25 m mächtiger Erzmittel gebildet werden, nach unten und oben und im Streichen auskeilen und durch Nebengesteinsmittel voneinander getrennt sind; letztere werden selbst wiederum von Quertrümern durchsetzt. Die reichen Gangpartien folgen sich im Streichen wie in querschlägiger Richtung; der ganze Gangzug ist über 4 km weit verfolgt worden und etwa 250 m breit, die einzelnen Erzzonen, die man als die „Frühlings"-, „Sommer"-, „Bergmannsfreuder"- usw. Lagerstätte unterscheidet, sind 150—200, ja auch 800 m weit erschlossen und im ganzen abbauwürdig befunden worden.

Auf der Grube Berzelius bei Bensberg besteht die Erzführung aus Bleiglanz und Zinkblende im ungefähren Verhältnis 4:1, nebst Spateisenstein, Quarz und Kalkspat, letztere beiden in den Erzmitteln selbst untergeordnet; der Spateisenstein soll mit der Tiefe zugenommen haben und bildet manchmal Trümer für sich. Silberhaltiges Fahlerz kommt in derben und eingesprengten Massen vor und trägt wesentlich zu einer Silberführung des Erzes bei; letzteres enthält auch ein wenig Quecksilber. Bemerkenswert ist ein verhältnismäßig hoher, in Bensberger Zinkerzen nachgewiesener Galliumgehalt.

Wegen der sehr zahlreichen anderen ruhenden oder im Betriebe stehenden Unternehmungen in der Umgebung von Bensberg, wie der Gruben kons. Weiß, Apfel und Ehrenfeld, sei auf Buffs Revierbeschreibung verwiesen. Der große Aufschwung des Bensberger Bezirks datiert erst seit der Mitte des XIX. Jahrhunderts. Die Zinkerzförderung, an welcher hauptsächlich die Grube Lüderich

von Bensberg und Ründeroth, 1882. — Petersson, Die Blende- und Bleigruben Berzelius und Lüderich im bergischen Lande; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVIII, 1899, 607—608 (nach Jernkont. Annal.). — Souheur, Greenockit, Wurtzit und Smithsonit von der Grube Lüderich bei Bensberg; Ztschr. f. Kristall., XXIII, 1894, 549—550.

der Gewerkschaft Altenburg (Vieille Montagne) beteiligt ist, betrug im Jahre 1903 35700 t, die Bleierzförderung 12200 t.

In der Gegend von Unkel und Honnef,[1]) südlich und östlich des Siebengebirges, wurde in früheren Zeiten eine größere Anzahl von Kupfer-, Blei- und Zinkerzgängen abgebaut. Sie setzen mit verschiedenen Streichrichtungen in den Koblenzschichten auf. Die bekanntesten Kupfergruben waren diejenigen von Rheinbreitbach, Bruchhausen und Kalenborn; von den Zink- und Bleierzgruben sei nur die wichtigste, nämlich Altglück bei **Bennerscheid,**[2]) genannt. Wie zu Rheinbreitbach, so hat wohl auch auf dieser im Pleistale, 5 km östlich des Siebengebirges gelegenen Grube schon zur Römerzeit Bergbau stattgefunden. Der zusammengesetzte, 4—36 m, im Durchschnitt 8 m mächtige Gang durchschneidet unter sehr spitzem Winkel die Grauwacken und Tonschiefer und war 630 m weit bauwürdig aufgeschlossen worden. Das Haupttrum war bis zu 6 m mächtig und führte reichlich Zinkblende; die 0,5—1,5 m mächtigen Nebentrümer enthielten Zinkblende und derben Bleiglanz; Kupferkies, Schwefelkies und Spateisenstein samt Quarz brachen außerdem ein, im ganzen war der Gang aber eine Zinkblendelagerstätte mit untergeordneten Gangarten. Das grobblätterige, seltener strahlige, dann cadmiumhaltige Zinkerz (z. T. Wurtzit?) machte ungefähr 95% der Erzgewinnung aus. Zinkspat und Zinkvitriol, sowie Greenockit, Weißbleierz und Kupferkarbonate kamen auf den alten Halden, auf alter Zimmerung und besonders in den oberen Gangteufen vor. Jenseits eines mindestens 100 m mächtigen Trachyttuffganges, der den Erzgang im Südwesten vollständig abschnitt, konnte letzterer nicht mehr ausgerichtet werden. Außer Bruchstücken des Devons, der Braunkohlenformation, von fossilem Holz und von Quarz enthielt der Tuff besonders in nächster Nähe des Ganges gerundete Zinkblendebrocken aus diesem letzteren. Seit 1875 ist die Grube aufgelassen; ihre Höchstproduktion mit 6000 t Zinkblende und 200 t Bleierz fiel in das Jahr 1863.

Unweit Bennerscheid war bis zum Jahr 1895 die Grube Silistria bei Liesberg im Betrieb, welche im Jahre 1865 1000 t, 1876 noch 700 t Zinkblende förderte. Zahlreiche andere haben schon vor längerer Zeit ihren unbedeutenden Betrieb ganz oder fast eingestellt; auch auf der linken Rheinseite liegen verschiedene Vorkommnisse, von denen der Zink-, Blei- und Kupfererzgang der noch im Betrieb stehenden Grube Laura bei Oberbachem erwähnt werden mag.

Ein wenig bedeutender Bergbau auf Zink- und Bleierze hat zu **Lintorf,**[3]) südlich der Ruhr, 15 km NNO. von Düsseldorf statt. Es werden dort Erzgänge abgebaut, die ihr Nebengestein, Kohlenkalk und den darüberliegenden Kiesel- und Alaunschiefer, verworfen haben. Diese Schichten tauchen inselartig aus dem Tertiär, Diluvium und Alluvium hervor, welch letztere auch die Gangausstriche großenteils verhüllten. Die Karbonschichten streichen WSW.—ONO. und bilden

---

[1]) Heusler, Beschreibung des Bergreviers Brühl-Unkel; bearb. im Auftr. d. k. Oberbergamtes zu Bonn, 1897, 106—130.

[2]) Mosler, Das Bleierz- und Blendebergwerk Altglück; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XIII, 1865, 229—268.

[3]) Die Lintorfer Erzbergwerke; Veröffentlichung gelegentlich der Düsseldorfer Gewerbeausstellung 1880. — v. Groddeck, Über die Erzgänge bei Lintorf; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXIX, 1881, 201—207. — Schrader, Das Bleierzvorkommen bei Lintorf; Corresp.-Bl. Nat. Ver. f. Rheinl. u. Westf., 1880, 60—66. — Ders., Die Selbecker Erzbergwerke; ebenda 1884, 59—62. — v. Schwarze, Zinkblende- und Bleierz-Vorkommen zu Selbeck; ebenda, 1886, 75—77. — Küppers, Die Erzlagerstätten im Bergrevier Werden a. d. Ruhr; Mitt. a. d. Markscheiderw., VI, 1892, 28—40.

zwei ziemlich steil einfallende, 2 km von einander entfernte Sättel, die von den NS. streichenden Gängen fast rechtwinkelig durchschnitten und verworfen werden. Der Lintorfer Hauptgang scheint eine sehr weite Erstreckung zu besitzen; schon 1884 war er 2000 m weit nachgewiesen worden. Seine Ausfüllung besteht aus Bruchstücken des Nebengesteins, aus Kalkspat, seltenem Braunspat, wenig Quarz, gelegentlichem Schwerspat, etwa zu 40% aus Markasit, aus Schwefelkies, zu ungefähr 15% aus grobblätterigem, großenteils sehr reinem Bleiglanz mit nur sehr geringem Silbergehalt, untergeordneter gelbbrauner Zinkblende und ganz wenig Kupferkies. Die Mächtigkeit des Ganges kann bis zu mehrere Meter betragen. Von den beiden hauptsächlichsten Lintorfer Gruben Friedrich und Diepenbrock mußte die erstere im Jahre 1902 wegen des ungeheuren Wasserandranges eingestellt werden.

3 km östlich vom Lintorfer Hauptgang liegen die **Selbecker** Erzbergwerke. Das Vorkommen besteht in einer großen Anzahl von erzführenden Gängen und Schnüren, unter denen sich meistens ein Haupttrum von wenigen Zentimetern bis zu 3 oder 4 m Mächtigkeit unterscheiden läßt. Weder Hangendes noch Liegendes sind in der Regel scharf begrenzt. Die Erzführung besteht hauptsächlich aus brauner Blende, ferner aus Markasit, Bleiglanz und Kupferkies mit vorwaltend quarziger Gangart. Die Gesamtmächtigkeit des Trümerzuges beträgt 13 m. Über die merkwürdigen diluvialen Einschwemmungen, welche man in 30 m Teufe zu Selbeck angetroffen hat, wurde schon früher (S. 522) gesprochen. Nach Köhler und Küppers[1]) sind die Lintorf-Selbecker Gänge die Fortsetzung gewisser das weiter südlich gelegene Steinkohlengebirge durchsetzender Sprünge. Der Bergbau auf diesen Lagerstätten wurde um 1865 aufgenommen, besitzt aber erst seit 1880 einigen Umfang.

Schon im XIII. Jahrhundert ging Bergbau auf den im Scharfberg und Eisenberg nächst **Altenberg**[2]) in Schlesien (Bergrevier Görlitz) aufsetzenden, meistens O.—W. streichenden Bleiglanzarsenkiesgängen um, auf deren einem jetzt die Grube Bergmannstrost besteht. Ihr Nebengestein bilden silurische Tonschiefer, Hornblende-, Sericit- und Quarzschiefer samt gelegentlichen Kalksteineinlagerungen. Der bekannteste, der Bergmannstroster Gang, schleppt sich außerdem mit Gängen von „Porphyr“; unter letzterer Bezeichnung hat man teilweise olivinführende Kersantite zu verstehen, welche lager- und gangförmig die Schiefer durchsetzen. Die Erze des Bergmannstroster Ganges sind Arsen-, Kupfer- und Schwefelkies, Fahlerz und Bleiglanz; ganz untergeordnet brechen auch Zinkblende, Boulangerit, Epiboulangerit ($Pb_3Sb_2S_8$) und Bournonit ein. Quarz ist die Hauptgangart; Schwerspat, Braunspat und Eisenspat sind untergeordnet. Gegenwärtig stehen die Altenberger Gruben nicht in Erzförderung. Zuletzt war der Arsenkies Hauptgegenstand der Gewinnung, nachdem man in früherer Zeit dem Bleiglanz nachgegangen war.

Der badische Schwarzwald[3]) ist ziemlich reich an Bleierzgängen; sie waren, wie die Gänge im Münstertale südlich von Freiburg, bis in die Mitte des XIX. Jahrhunderts zeitweise Gegenstand eines lebhaften Bergbaues, der

[1]) Über die Störungen im westfälischen Steinkohlengebirge und deren Entstehung; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXVIII, 1880, 195—210, bes. 206.

[2]) v. Rosenberg-Lipinsky, Beiträge zur Kenntnis des Altenberger Erzbergbaues; Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst. f. 1894, 161—182, Lit. — v. Festenberg-Packisch, Der metallische Bergbau Niederschlesiens, 1881, 69—71.

[3]) Buchrucker, Die Montanindustrie im Großherzogtum Baden; Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 169—173; 1895, 393—396; 1896, 6—10. — Blömeke, Die Gang- und Erzvorkommnisse des Schwarzwaldes; ebenda 1894, 414—418; 1895, 65—78, 170—179, 206—210, 245—254; großenteils ein Referat nach der älteren Literatur.

jetzt fast überall still liegt. Über die Grube St. **Bernhard** bei **Hausach** im Kinzigtale, wo bis 1857 ein in Gneis aufsetzender Brecciengang mit Quarz, Braunspat, Kalkspat, Schwerspat, Bleiglanz, Zinkblende und etwas Kupferkies abgebaut wurde, hat zuletzt Sandberger[1]) berichtet. Gegenwärtig findet Bergbau auf den Höhen des **Schauinsland**[2]) und **Erzkastens**, südöstlich von Freiburg und zwischen dem hohen Feldberg und dieser Stadt gelegen, statt. Das weitere Ganggebiet ist 8,5 km breit und bis zu 10 km weit in der Richtung des NNO. gerichteten Streichens der Gänge ausgedehnt. Diese werden bis zu 3 m mächtig, tun sich aber zu mehreren in 50—100 m breiten Gangzügen zusammen, deren man um den Schauinsland etwa ·8 kennt. Die Gänge setzen sämtlich in grauem Gneis auf, der häufig von Granit-, seltener von Pegmatit- und Minettegängen durchbrochen ist. In dem weiteren Gebiete ist die Füllung der Gänge nicht überall dieselbe. Während sie in den nördlich gelegenen Weilersbacher Lagerstätten hauptsächlich aus Schwerspat und schwach silberhaltiger Zinkblende mit nur wenig Bleiglanz besteht, ist sie in den wichtigeren Gängen am Schauinsland selbst vorwiegend quarzig mit Kiesen, Bleiglanz und Blende als Erzen; als sekundäre Bildungen finden sich weniger häufig Pyromorphit, Eusynchit (= Descloizit ?, vanadinsaures Blei und Zink), Anglesit, Kieselzinkerz, Malachit, Eisenblüte usw.; wieder anders sind die Gänge von St. Wilhelm und St. Ulrich südwestlich vom Schauinsland, die auch etwas Fahlerz, Antimonit und neben Quarz sowohl Schwerspat wie Flußspat führen. Die Struktur der Gänge ist häufig eine brecciöse. Der Schauinsland hat schön kristallisierte Schaustufen in die Sammlungen geliefert.

Der Bergbau hat erst in den letzten Jahrzehnten einen nennenswerteren Umfang angenommen.

Die Erzgänge des **Münstertales**[3]) im südlichen badischen Schwarzwalde setzten in der petrographisch ziemlich mannigfaltig zusammengesetzten, im wesentlichen aber aus dem normalen Schwarzwälder Biotitgneis bestehenden Gneisformation, untergeordnet auch in den massenhaft verbreiteten Porphyren (Felsitporphyren, Syenitporphyren und Quarzporphyren) auf. Schmidt, der die am nördlichsten gelegenen Lagerstätten um den Schauinsland noch in seine Schilderung einbezieht, unterscheidet im ganzen 78 Bergbaue, die mitunter zu mehreren auf demselben Gange angelegt, im Norden bis zum Schauinsland, im Osten bis Wieden jenseits des Belchen, im Süden bis an den letzteren und im Westen bis in die Gegend von Staufen verbreitet sind. Die wichtigsten der seit längerer Zeit aufgelassenen Baue lagen östlich und westlich von Münster. Die ausgedehntesten Gänge waren der Schindlergang mit mindestens 1300, der

---

[1]) Über den St. Bernhard-Gang bei Hausach im badischen Schwarzwald und ein auf demselben entdecktes neues Mineral; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXV, 1887, 527—533.

[2]) Buchrucker, l. c. 1895, 1896. — Lang, Beitrag zur Kenntnis der Erzlagerstätte am Schauinsland; Mitt. großh. bad. geol. Landesanst., IV, 1903, 485—524.

[3]) A. Schmidt, Geologie des Münstertales im badischen Schwarzwald; 3 Teile, 1886—1889, Lit., bes. 3. Teil: Erzgänge und Bergbau. — Daub, Der Bergbau des Münstertals bei Freiburg im Breisgau in technischer Beziehung; Karst. Arch., XX, 1846, 501—680, bes. 501—507. — Ders., Die Feldstein-Porphyre und die Erzgänge des Münstertales bei Staufen; N. Jahrb., 1851, 1—23.



Teufelsgrunder Gang mit 1000, der Rippenbacher Gang mit mindestens 600 m streichender Ausdehnung. Die meisten Münstertaler Gänge streichen so wie die Schauinslander in NNO.; je näher sie dem Rheintale liegen, desto mehr Abweichungen von dieser, mit dem Verlaufe des letzteren merkwürdig übereinstimmenden Richtung finden statt. Eine zweite nach Schmidt ältere Streichrichtung weist NO. Das Einfallen ist ein steiles, die Gangmächtigkeit beträgt meistens nur $^1/_4$—1 m. Die Gänge führen hauptsächlich Quarz (Hornstein, Chalcedon) und Schwerspat, häufig Flußspat und Dolomit, seltener Kalkspat und Eisenspat und als Erze hauptsächlich Zinkblende und Bleiglanz, letzterer mit bis zu 0,38 % steigendem, meistens aber viel kleinerem Silbergehalt. Der Kupferkies soll um so häufiger einbrechen, je näher die Gänge an Porphyren liegen; in den letzteren, welche sie stellenweise durchsetzen, wird ihre Mächtigkeit und Erzführung geringer. Pyrit, Markasit sind untergeordnet, als Seltenheiten sind auch Magnetkies, Fahlerz, Rotgiltigerz, Silberglanz, gediegen Silber, Antimonit, Federerz, Realgar und gediegen Arsen vorgekommen; die edlen Silbererze waren bezeichnend für den Teufelsgrunder Gang. Außerdem führten die Gänge allerlei sekundäre Verbindungen besonders von Blei und Zink. Stellenweise sind die Lagerstätten nur als taube Schwerspatgänge entwickelt.

Nach Schmidt fällt die Aufreißung der Gangspalten in die tertiäre oder eine noch spätere Zeit. Abgesehen von ihrem großenteils der Richtung des Rheintalgrabens parallelen Streichen, widerspricht dieser Auffassung nicht das weiter südlich von Graeff beobachtete Vorkommen von Quarz, Kalkspat, Schwerspat, Flußspat, Dolomit, Bleiglanz, Kupferkies und Markasit in Drusenräumen des Buntsandsteins von Waldshut.[1])

Wie im ganzen südlichen Schwarzwald, so ist besonders der Bergbau im Münstertale uralt gewesen; er hat mindestens schon im Jahre 1028 bestanden und ist nach einer wechselvollen Geschichte im Jahre 1864 eingestellt worden, nachdem er noch 1852 Gegenstand einer großen englischen Gründung geworden war.

Von den sehr zahlreichen besonders in der Gegend von Rippoldsau und **Schapbach**[2]) auftretenden barytischen Kupferbleierzgängen war der OW. streichende, über 5 km weit verfolgbare Gang der Gruben Friedrich-Christian und Herrensegen bei letzterem Dorfe der größte und wichtigste. Sein Nebengestein bildet außer Granitit hauptsächlich, und zwar in seinen edelsten Teilen, körnig-streifiger Biotitgneis, der noch bis auf 16 m Entfernung vom Gange stark zersetzt und mit Sulfiden imprägniert ist. Der Gang besitzt, wie viele andere des Schwarzwaldes, eine ausgesprochene Neigung zur Trümerbildung; auf beiden Gruben haben Scharkreuze in nicht unerheblicher horizontaler oder vertikaler Ausdehnung (auf Friedrich Christian 160 m streichend, auf Herrensegen 150 m im Einfallen) reiche Erzmittel erzeugt. Die Füllung des Ganges war ursprünglich eine vorwaltend barytische, doch ist später der Schwerspat großenteils weggeführt oder verdrängt worden durch Quarz, der teilweise eine kristallinisch sandige, zuckerkörnige Beschaffenheit zeigt. Man beobachtet deshalb auch echte Pseudomorphosen des letzteren nach dem ersteren. Der Quarz enthält bis zu zentnerschwere Klumpen von Bleiglanz, größere und kleinere Massen von gelblichem, hellgrünem und violettem Flußspat, Kupferkies und daraus hervorgegangene sekundäre Kupfererze. Man unterschied auf den Schapbacher Gängen ein „hartes" Trum mit vorwaltend quarzig-hornsteinartiger Gangart von einem barytischen „weichen", das erzarm zu sein pflegt. Die

[1]) Graeff, Die Mineralien der Drusenräume in dem Buntsandstein von Waldshut (Baden); Ztschr. f. Kristallogr., XV, 1889, 376—386.

[2]) Vogelgesang, Geognostisch-bergmännische Beschreibung des Kinzigthaler Bergbaues; Beitr. z. Statist. d. inn. Verwalt. d. Großh. Baden, XXI. Heft, 1865. — Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, I, 1882, 37—158, Lit.



Mineralführung des harten Trumes besteht aus Quarz, Kalkspat, Braunspat, Flußspat, seltenem Siderit, Schapbachit (Wismutsilberglanz $(Pb, Ag_2)_3 Bi_2 S_5$), Bleiglanz, Pyrit, Kupferkies; selten sind ged. Silber, ged. Wismut, Wismutglanz, Plenargyrit ($AgBiS_2$), untergeordnet Schwerspat; zu erwähnen ist ferner eine große Anzahl sekundärer Gebilde, wie Kupferglanz, Kupferindig, Kieselkupfer, Kupfervitriol und die sonstigen gewöhnlichen Kupferverbindungen, Goethit, Linarit, antimonsaures Bleioxyd, Anglesit, Cerussit, Pyromorphit, Gelbbleierz, Roselith ($(Ca, Co, Mg)_3 (AsO_4)_2 . 2 H_2O$) usw. In seinem östlichen Verlaufe wird der Herrensegener Gang bei seinem Übertritt in Granit zu einem Barytgang mit kobalt- und wismuthaltigem Arsenfahlerz. Bekannt sind die prächtigen Flußspatstufen aus dem Schapbachtale.

Nach einer sicherlich schon recht langen Vorgeschichte wurde der Bergbau von Schapbach im XVIII. Jahrhundert und weiterhin bis um das Jahr 1830 und hierauf noch einmal von 1850 bis 1857 betrieben. Von 1774—1820 hat man Erze im Werte von über 227000 Gulden, darunter allein 216000 Gulden Silberwert gefördert; der Grund für den Ruin des zeitweise recht ergiebigen Bergbaues soll die Miswirtschaft gewesen sein, die zuletzt die aus meist englischen Kapitalisten bestehende Kinzigtaler Bergwerksgesellschaft übte.

Über einen im Gneis aufsetzenden Bleierzgang bei Hohensachsen im Odenwald hat Blömeke[1]) kurz berichtet.

Der Montandistrikt von **Přibram**[2]) (Fig. 163) in Böhmen liegt in einer Meereshöhe von

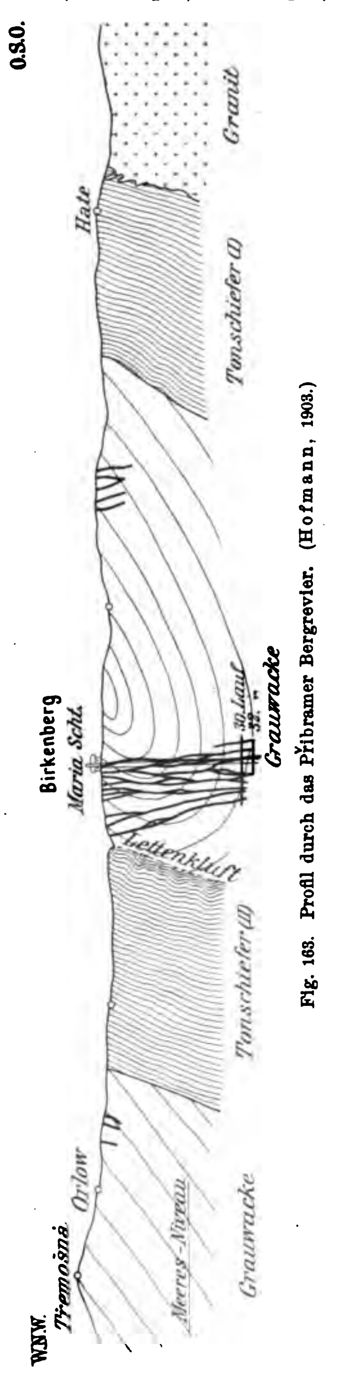


Fig. 163. Profil durch das Přibramer Bergrevier. (Hofmann, 1903.)

[1]) Erzlagerstätten im Odenwald; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 346—347.

[2]) Vogelgesang, Die Przibramer Erzniederlage; Cottas Gangstudien, I, 1850, 305—328. — Grimm, Die Erzniederlage bei Přibram in Böhmen; Jahrb. k. k. Bergakad., V, f. 1855, 93—168. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der Erzniederlage von Přibram; ebenda XI, 1862, 208—219. — Klescynski, Geschichtliche Notizen über den Bergbau um die Stadt Přibram; ebenda V, f. 1855, 169—240. — Faller, Kurze Übersicht des Silber- und Bleibergbaues bei Přibram in seinem jetzigen Zustande; ebenda XIII, 1864, 89—132. — Reuß, Paragenese der auf den Erzgängen von Přibram einbrechenden Mineralien; Sitzungsber. Kais. Akad. der Wissensch., XXII, 1856, 138—210, XLVII, 1863, 13 bis 76. — Babánek, Die neuen Gangausrichtungen in Přibram; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XIV, 1864, 382—390. — Ders., Die Gangverhältnisse der Anna-

500—560 m am südöstlichen Rande der sogen. böhmischen Silurmulde, 55 km SSW. von Prag. Die daselbst verbreiteten Sedimente gehören den Stufen A und B des Barrandeschen Systems an, in welchem erstere dem Algonkium, das diskordant darüber liegende B wenigstens teilweise dem Cambrium zuzurechnen ist. Gegen Südosten lehnen sich die ziemlich steil einfallenden, dunkel gefärbten algonkischen Schiefer (die „erste Schieferzone") gegen Granit, der

Fig. 164. Profil W.—O. durch den Maria-Schacht zu Přibram. (Schmid, Landsinger, Pošepný.) Schraffiert die Diabasgänge; schwarz ausgezogen die Erzgänge. Die Abbildung zeigt das Auftreten der Diabasgänge und die Schleppung der Erzgänge durch diese. Maßstab 1:8330.

Neuprocopigrube am Birkenberge bei Przibram; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwes., XVIII, 1870, 25—27, 33—37. — Ders., Zur Paragenese der Přibramer Mineralien; Tscherm. Mitt., 1872, 27—39. — Ders., Zur Kenntnis der Přibramer Erzgänge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXVI, 1878, 385—387, 397—400, 405 bis 407. — Vrba, Die Grünsteine des Přibramer Erzrevieres; Tscherm. Mitt., 1877, 223—242. — Festschrift zur Feier der im Adalbertschacht erreichten Saigerteufe von 1000 Meter: der Silber- und Bleibergbau zu Přibram, 1875. — v. Friese, Bilder von den Lagerstätten des Silber- und Bleibergbaues zu Přibram, 1887. — Pošepný, Über Dislokationen im Přibramer Erzrevier; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXII, 1872, 229—234. — Ders., Über die Adinolen von Přibram; Tscherm. Mitt., X, 1889, 175—202. — Schmid, Montan-geologische Beschreibung des Přibramer Bergbau-Terrains und der Verhältnisse in der Grube nach dem gegenwärtigen Stande des Aufschlusses in diesem Terrain; herausgeg. von der k. k. Bergdirektion, red. von Göbl, 1892, Lit. — Sternberger, Ein neues Uranpecherz-Vorkommen im Přibramer

jünger ist als sie, sie in Apophysen randlich durchbrochen und teilweise metamorphosiert hat. Die diskordant darüber liegende kambrische Grauwacke mit untergeordneten Tonschieferschichten und Adinolen (die „erste Sandsteinzone“, Příbramer Grauwacke) bildet eine rings vom Algonkium umlagerte, bei Příbram etwa 3 km breite Mulde mit steil aufgerichtetem, fast überkipptem Nordwestflügel. In ihr liegen weitaus die meisten Erzgänge. Es folgt die „zweite Schieferzone“ und die „zweite Sandsteinzone“, welche beide längs einer ruschelartigen Überschiebung, der sogen. „Lettenkluft“, über die erste Grauwackenzone weggeschoben sind. Jene Ruschel[1]) ist bis 6 m mächtig, fällt unter 70° nach NW. ein und ist bis in die bis jetzt durch den Bergbau erreichten Teufen von fast 1200 m als eine typische Pressungszone, bestehend aus Zerreibungs- und Zertrümmerungsprodukten der Nebengesteine, 7 km weit im Streichen nachgewiesen worden. Für den Bergbau ist diese „Lettenkluft“, die gemäß ihrer Entstehung niemals eine offene Kluft gewesen ist, von größter Bedeutung, weil an ihr die meisten Erzgänge endigen, eine Erscheinung, die ganz dem Verhalten der Andreasberger und auch eines Teiles der Clausthaler Gänge gegenüber den dortigen Ruscheln entspricht. Einzelne Gänge setzen in die Lettenkluft hinein, nur drei aber, nämlich der Adalbert-, der Šefčiner und der Eusebi-Gang konnten durch sie hindurch in den hangenden Schiefer verfolgt werden. Eine sehr wesentliche Rolle, sowohl wegen ihrer großen Verbreitung als auch wegen ihrer räum-

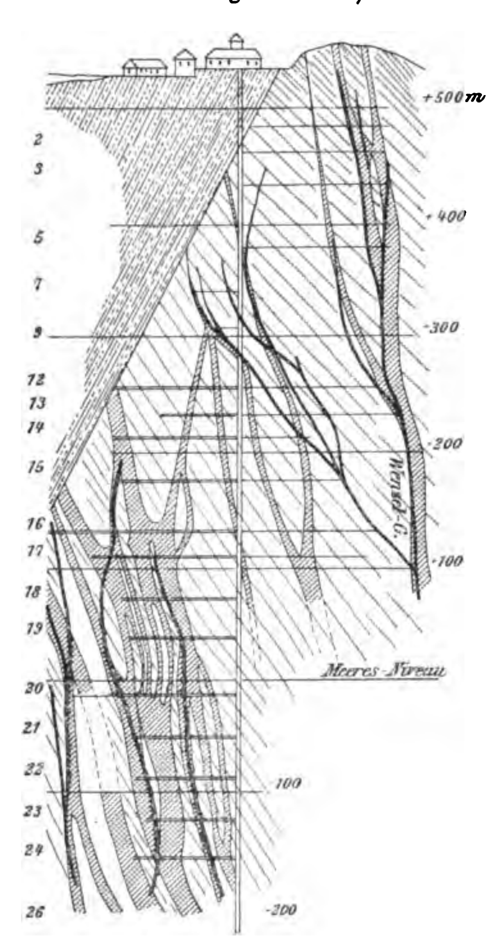


Fig. 165. Profil W.—O. durch den Anna-Schacht bei Příbram. (Pošepný.) Links oben die zweite Schieferzone; schraffiert die Diabasgänge; schwarz ausgezogen die Erzgänge. Maßstab 1:6666.

Bergbau; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XL, 1892, 496—497. — Pošepný, Beitrag zur Kenntnis der montangeologischen Verhältnisse von Příbram; Arch. f. prakt. Geol., II, 1895, 609—752. — Hofmann, Kurze Übersicht der montangeologischen Verhältnisse des Příbramer Bergbaues; Führer f. d. Excurs. d. IX. intern. Geol.-Kongresses, 1903, No. I.

[1]) Köhler, Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LI, 1903, 370—373.

lichen Beziehungen zu den Erzgängen spielen die zahllosen Diabasgänge. Sie sind in allen vier Zonen verbreitet, 3—30 m mächtig und durchsetzen eng gedrängt und unter sich durch oft nur wenige Dezimeter dicke Verästelungen verbunden das Gestein mit ungefähr nordsüdlichem Streichen. Nach J. Schmid sollen die durch sie bewirkten Verwerfungen nur geringfügig sein, während sie nach Pošepnýs Angaben bis zu 200 m betragen würden. Die Erzgänge sind fast nur an die Diabasgänge gebunden. Diese letzteren fallen meistens steil nach Osten ein; die von ihnen abzweigenden Verästelungen kehren mitunter zum Hauptgange zurück, so daß das ganze Nebengestein stellenweise im großen wie mit Diabas durchädert erscheint. In den am besten aufgeschlossenen Teilen des Ganggebietes machen sie $^1/_6$ bis $^1/_5$ der ganzen Gesteinsmasse aus. Häufig sind sie mehr oder weniger zersetzt und mit Kalkspatschnüren durchzogen. Gegenüber den im Gangfelde von Birkenberg weitaus vorwaltenden Diabasen treten die gelegentlichen Durchbrüche von Kersantiten („Augitminetten") und von Dioriten zurück. Ein früher als Granit bezeichneter mächtiger Dioritstock erscheint längs der Lettenkluft im südwestlichen Gebiete des Stephanschachtes bei Bohutin zu Tage und ist unterirdisch angefahren worden; nordöstlich von Přibram kennt man eine Quarzporphyrmasse im „zweiten Schiefer". Die Diabasgänge der ersten Grauwackenzone scheinen nicht durch die Lettenkluft in die Schieferzone hinüber zu setzen.

Die Erzgänge von Přibram sind zweierlei Art, nämlich Eisensteingänge, welche bis vor wenigen Jahrzehnten abgebaut wurden, und Bleierzgänge. Die früher bis zu geringen Tiefen von etwa 60 m abgebauten Eisensteingänge haben teilweise als die Ausstriche von Bleierzgängen zu gelten, wie sich aus dem Miteinbrechen entsprechender Sulfide ergibt. Sie sind demgemäß, wie die letzteren, fast stets an die Diabase gebunden. Von der Entstehung gewisser Eisen-Mangan-Erzgänge durch die Zersetzung solch letzterer war schon früher die Rede (S. 575); sie führen bei einer Mächtigkeit von 0,1—10 m, worin diejenige der von ihnen durchtrümerten und zersetzen Diabasmassen eingerechnet ist, Brauneisenstein, erdiges, toniges oder ockeriges Roteisenerz, Nadeleisenerz, Wad und Manganit neben Quarz und Kalkspat. Nach Schmid sind solche Gänge mitunter bis zur Teufe von 300 m nur mit oxydischen Eisenerzen angetroffen worden, was gegen die Auffassung spricht, daß sie stets die eisernen Hüte von sulfidischen Gängen sein sollen.

Die größte Zahl der Bleierzgänge tritt in der ersten Grauwackenzone in dem westlichen Muldenflügel und nahe der großen Überschiebungszone auf. Wie gesagt, setzen nur wenige durch diese in den Schiefer; die Lettenkluft hat im übrigen auf die Gänge fast immer ablenkend gewirkt, und teilweise läßt sich mit Sicherheit erkennen, daß längs derselben noch nachträgliche Verschiebungen der Gänge statthatten. Nur der Šefčiner Gang setzt bei etwa 1000 m Teufe ohne Ablenkung bis in den Schiefer hinein, zertrümert sich aber dort und wird unbauwürdig. In der Nähe der Lettenkluft zerschlagen sich die Gänge in der Regel und verarmen. Der Erzreichtum des Gebietes nimmt mit der Entfernung von der Lettenkluft gegen Süden zu ab. Da fast alle Erzgänge an die Diabasgänge gebunden sind, so streichen sie wie diese zwischen NS. und NNO.

und fallen steil ein, indem sie die Salbänder der Gesteinsgänge begleiten, innerhalb letzterer verlaufen oder sie diagonal durchsetzen. Nur wenige Erzgänge durchziehen nur das geschichtete Gebirge; sie streichen dann gewöhnlich in nordwestlicher Richtung und werden mitunter durch die Schichtfugen der Grauwacken- und Tonschieferbänke abgelenkt (Fig. 122, S. 493). Die Mächtigkeit der letzteren beträgt wenige Zentimeter bis zu 12 m, einschließlich ihrer Trümer.

Bis zur Teufe von 30—90, ja sogar bis 120 m reicht die Bildung des eisernen Hutes, in welchem zahlreiche z. T. schöne Mineralien, wie Weiß- und Grünbleierz, Kampylit ($Pb_5Cl[(As,P)O_4]_3$), Gelbbleierz, gediegen Silber, Sammetblende usw. einbrechen. In den oberen Teufen sind die Erze bleiisch, besonders in den unteren walten die quarzigen „Dürrerze". Diese letzteren sind licht- bis dunkelgraue, feinkörnige oder dichte Gemenge von Quarz mit meist fein eingesprengtem Bleiglanz, Rotgiltigerz, gediegen Silber, Stephanit, Fahlerz, Bournonit, Boulangerit und arsenhaltigen Verbindungen. Die eigentlichen Bleierzmittel dagegen bestehen in der Hauptsache aus Bleiglanz und Zinkblende mit Kalkspat und Siderit; der Adel der Gänge ist in den allermeisten Fällen unregelmäßig verteilt, die Erzmittel zeigen weder im Streichen noch im Fallen eine bestimmte Gesetzmäßigkeit. Die Mineralführung ist eine sehr mannigfaltige; die paragenetische Bildungsfolge, wie sie besonders von Reusch, später von Babánek und Hofmann beschrieben wurde, umfaßt bis 28 Altersstufen. Außer den genannten Mineralien kommen auf den Bleierzgängen mehr oder weniger häufig vor: Quarz, Schwerspat, gediegen Silber, Arsen, Allemontit, Antimon, Antimonglanz, Silberglanz, Steinmannit (antimon- und arsenhaltiger Bleiglanz), Pyrit, Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz, Millerit, Rotnickelkies, Wurtzit, Greenockit, Magnetkies, Schwefelkies, Speiskobalt, Chloanthit, Markasit, Arsenkies, Miargyrit, Jamesonit, Diaphorit ($(Pb,Ag_2)_5Sb_4S_{11}$), Feuerblende, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Bournonit, Boulangerit, silberhaltiges Fahlerz, Stephanit, Polybasit, Uranpecherz und seine Verwitterungsprodukte, Rhodonit; in Drusen des Nebengesteins finden sich Chabasit, Harmotom und Desmin, als eines der ältesten Gangmineralien und sehr selten ist der Apatit beobachtet worden. Dazu kommt eine große Anzahl der auch sonst verbreiteten sekundären Erze.

Die ältesten Mineralien der oft sehr schön lagenförmigen und drusenreichen Gangfüllungen (Fig. 143—144) sind Zinkblende, Bleiglanz, Quarz und Eisenspat; die edlen Silbererze gehören auch hier einer der jüngsten Altersstufen an. Der das Haupterz der bleiischen Gänge bildende Bleiglanz besitzt einen wechselnden Silbergehalt zwischen 0,12 und 0,8 $^0/_0$, die Zinkblende durchschnittlich einen solchen von 0,05 $^0/_0$. In den Dürrerzen tritt der Bleigehalt zurück, ihr begreiflicherweise sehr unregelmäßiger Silbergehalt schwankt zwischen 0 und 0,75 $^0/_0$ und ist vom Bleigehalt unabhängig.

Die wichtigsten Schächte des Přibramer Gangfeldes liegen in einer 6—7 km langen Erstreckung in der ersten Grauwacken- und z. T. in der zweiten Schieferzone. Der hauptsächlichste Bergbau ist derjenige am Birkenberge, westlich von der Stadt und im Westflügel der Grauwackenmulde. Man kennt dort 23 Gänge. Daselbst liegen die tiefen Baue des Mariaschachtes (1126 m), des Adalbertschachtes (1117 m) und des Franz Josefschachtes (1091 m tief).



Der erzreichste und wichtigste Gang dieses Revieres ist der Adalberti-Hauptgang, der auf eine Länge von 1600 m aufgeschlossen und stellenweise einschließlich der Trümer 12 m mächtig ist. Er war am reichsten an silberhaltigem Bleiglanz zwischen 325 und 750 m Teufe, darunter stellten sich die Dürrerze ein. Ein zweiter wichtiger Gang ist der Sefčiner Gang. Bemerkenswert ist das Auftreten von Uranpecherz auf dem Johannigange des Anna- und Prokopischachtes bei seiner Schleppung mit dem Johanni-Hangendgange. Es ist begleitet von rotbraunem Kalkspat, etwas Eisenkies und Bleiglanz und stellenweise durchsetzt von Rotgiltigerz. Das gleiche Erz ist auch auf der Lill-Ferdinandigrubenabteilung mit ähnlicher Begleitung sowie mit etwas Kupferkies, im übrigen als eine nachweislich jugendliche Bildung, entdeckt worden. Die hauptsächlichsten Gänge dieses in der zweiten Schieferzone gelegenen Ganggebietes, dem der Lill-, Ferdinandi- und Strachen-Schacht angehören, sind der Strachen- und der Obere Schwarzgrübener Gang; ersterer dürfte die nördliche Fortsetzung des Sefčiner Ganges sein. Die Erzgänge, welche südwestlich von Birkenberg im Augustreviere abgebaut werden, sind großenteils die südliche Fortsetzung der Birkenberger; der Adel der Gänge ist dort geringer, ihre Zahl im Vergleich zu der Menge der Grünsteingänge eine verhältnismäßig untergeordnete. Noch weiter südwestlich baut man seit 1843 im Revier Segengottes bei Bohutin auf vier Gängen.

Die Stadt Příbram scheint bereits im XIV. Jahrhundert einige Bedeutung besessen zu haben; über den Ursprung des Bergbaues ist nichts bekannt. Erst im Jahre 1527 wird er erwähnt und werden etwa 40, großenteils am Birkenberge gelegene, damals z. T. schon aufgelassene Gruben genannt. Durch Kaiser Rudolf II. erhielt die Stadt im Jahre 1579 das Bergbauprivilegium; erst im Jahre 1785, als der Staat als Hauptgewerke von Příbram die Verwaltung des jetzigen „K. K. und mitgewerkschaftlichen Caroli-Borromaei Silber- und Blei-Hauptwerkes“ übernahm, trat der Bergbau in eine Blütezeit ein, die bis zur Entwertung des Silbers in den 1880er Jahren fast ausschließlich Reinerträgnisse, im Jahre 1877 bis zum Betrage von fast 1300000 fl. (2210000 Mark) lieferte. Um das Jahr 1890 betrug das jährliche Ausbringen durchschnittlich 36000 kg Silber und 4500 t Blei. Im Jahre 1901 wurden 37900 kg Silber und 4670 t Blei gefördert, die Gruben arbeiten indessen unter nicht unerheblicher Zubuße. Am 31. Mai 1892 wurde der Příbramer Bergbau aufs schwerste durch einen furchtbaren Brand im Marienschacht geschädigt, dem 319 Bergleute zum Opfer fielen. Die Příbramer Bergakademie ist im Jahre 1849 gegründet worden.

Wie an so vielen anderen Orten des mittleren Böhmens kommen auch im Příbramer Granit Goldquarzgänge vor, die bis ins XIX. Jahrhundert hinein Gegenstand einigen Bergbaues gewesen sind.

Die Erzgänge von **Mies**[1]) (Stříbro, d. h. Silber) in Böhmen, W. von Pilsen, setzen in Phyllit auf und unterscheiden sich von der typischen quarzigen Blei-

[1]) Pošepný, Der Bergbaudistrikt von Mies in Böhmen, 1874. — Ders., Die Eruptivgesteine von Mies in Böhmen; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1874, 237—239. — Rücker, Die Mieser Bergbauverhältnisse im allgemeinen nebst spezieller Beschreibung der Frischglückzeche; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XVII, 1867, 211—224. — Ders., Einiges über Mies in Böhmen; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1874, 60—62. — Ders., Bemerkungen über die Erzlagerstätten von Mies; ebenda 381—383. — Lévy et Choulette, Sur les filons de Przibram et de Mies; Ann. d. mines (6), XV, 1869, 129—202. — Schmuck, Beobachtungen an dem Frischglückzecher Bleierzgange zu Mies; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXX, 1882, 282—285, 424—425. — Gerstendörfer, Die Mineralien von Mies in Böhmen; Sitzungsber. kais. Akad. d. Wiss., XCIX, 1890, Abt. I, 422—465. — Helmhacker, Der Bleibergbau Křice (Kscheutz) bei Mies

formation durch das reichliche Einbrechen von Schwerspat und teilweise auch von Flußspat; immerhin bildet Quarz die weitaus vorwaltende Gangart. Das gefaltete, häufig sehr gewunden schieferige Gestein wird durchsetzt von zahlreichen Gängen einer sandig zerfallenden Masse, die Slavík als zersetzten Diabas bestimmte. Diese Gesteinsgänge haben ein nordöstliches oder nördliches Streichen, werden 0,2—5 m mächtig und sind von besonderer Bedeutung, weil an diesen sogen. „Sandstrichen" oder „Ladbergen", die Erzgänge häufig abstoßen oder abgelenkt werden. Häufig aber setzen diese auch unverändert durch jene hindurch. Die sehr zahlreichen Gänge streichen meistens in nordwestlicher, teilweise aber auch in nördlicher oder östlicher Richtung. Ihre Mächtigkeit beträgt bis zu 8 m. Der wichtigste Gang von Mies ist der von Trümern begleitete Frischglückzecher Gang; seine Ausfüllung besteht vorzugsweise aus Quarz und Bleiglanz und untergeordnet aus Zinkblende, Schwefelkies und Schwerspat, Barytocalcit nebst viel Weißbleierz und kalkhaltigem Pyromorphit (Miesit). Die Struktur des Erzes ist teilweise eine lagenförmige, oft auch eine brecciöse. Wo der Gang mächtiger wird und steileres Einfallen annimmt, kommen prachtvolle Drusen von manchmal beträchtlichen Dimensionen vor, deren Wände mit Quarz- und blanken Bleiglanzkristallen, mitunter auch mit massenhaftem Weißbleierz, Schwerspat (z. T. stalaktitisch) und Zinkblende bedeckt sind. Der in bis zu faustgroßen Würfeln und Oktaedern auftretende Bleiglanz der Mieser Gänge enthält zwar nur 0,02 % Silber, der Silbergehalt der Gänge war indessen in den oberen Teufen erheblich größer. Mitunter brechen auch reinere Mittel von dunkler Zinkblende ein. Außer den erwähnten Mineralien nennt Gerstendörfer noch gegen 30 andere: Flußspat tritt stellenweise derb oder kristallisiert auf, Kalkspat und Dolomit, beide mitunter auch in schönen Kristallen, sind untergeordnet; neben der in verschiedenen Farben vertretenen, teilweise granatroten Zinkblende ist in letzter Zeit auch Wurtzit (Schalenblende) gefunden worden. Kupferkies ist selten, dagegen sind Kupferkarbonate häufig angetroffen worden. Häufig ist in den oberen Teufen Zinkvitriol, selten dagegen der Bleivitriol. Bezüglich der Bildungsreihe der Mineralien ist nach Gerstendörfer zu bemerken, daß die Karbonspäte teilweise jünger sind als die Umwandelungsprodukte des Bleiglanzes, welche selbst wieder in verschiedenen Generationen auftreten. Gediegen Silber ist nur einmal vorgekommen. Die Ablenkungen und anderen Gangstörungen, welche den Mieser Bergbau beträchtlich erschwerten, sind von Pošepný und Schmuck ausführlicher behandelt worden.

Der gleichfalls in Urtonschiefer aufsetzende Prokopi-Gang von **Kscheutz**, 5 km nördlich von Mies, ist von anderer Beschaffenheit wie die dortigen Gänge, indem er keinen Baryt und keinen Flußspat, sondern Dolomit und Kalkspat (∞R, $-{}^1/_2$R), untergeordnet auch Quarz und neben dem silberreicheren, grobkristallinen oder kristallisierten Bleiglanz (mit 0,05—0,2 % Silber) viel Pyrit und Blende, letztere in kugelig-schaligen Massen auf Bleiglanz, führte. Der

in Böhmen; Leob. Jahrb., XXI, 1873, 274—288. — Gröger, Der Bergbau zu Mies und die Gangablenkungen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXI, 1873, 294—297, 325—326, 334—336. — Slavík, Studien über den Mieser Erzdistrikt und einige von seinen Mineralien; Bull. intern. de l'Académie d. scienc. de Bohême, X, 1905, 19. Mai.



Prokopigang zeigte fast keinen eisernen Hut; er streicht etwa nordwestlich, fällt steil ein und ist bis zu 0,6 m mächtig, wovon auf die reicheren Erzmassen 0,25—0,3 m entfallen. Auch er führt zahlreiche sehr lange Drusenräume, die indessen nie mehr als handbreit werden. Der Kscheutzer Bergbau ist jetzt völlig aufgelassen.

Der Bleisilberbergbau in der Gegend von Mies entstand im Jahre 1131; die bedeutendsten Unternehmungen sind jetzt daselbst die Langenzug-Bleierzzecher- und die Reichensegen- und Frischglück-Bleierzzecher-Gewerkschaft; zusammen mit einem Blei-Zinkerzbergbaue zu Wrbitz förderten sie im Jahre 1901 nur 1300 t Bleierze und 362 t Zinkerze.

In den letzten Jahren ist durch die Gewerkschaft Czarlowitz bei **Merklin**, SW. von Pilsen, Zinkerzbergbau getrieben worden. Die Gänge setzen in Granit auf und vertauben beim Übertritt in Tonschiefer. Sie führen nur wenig Bleiglanz und als Gangarten Kalkspat und Manganspat, in den oberen Teufen Calamin und Zinkspat. Sie verhalten sich umgekehrt wie die benachbarten Gänge von Mies, die im Urtonschiefer aufsetzen und in ihrem weiteren Verlaufe im Granit taub sind.[1])

Zahlreiche Gänge der kiesigen Bleiformation sind bei **Klostergrab**[2]) am südlichen Abfall des Erzgebirges nahe Teplitz bekannt. Sie setzen in grauem Gneis auf, welcher von Porphyrgängen durchbrochen wird.

Der Bergbau von **Kuttenberg** in Böhmen,[3]) in früheren Jahrhunderten einer der berühmtesten Europas, ist jüngst nach 700jährigem Bestehen völlig aufgelassen worden. Die Bergstadt liegt OSO. von Prag nahe der Elbe in einem Gebiete kristalliner Gesteine, über welches sich die Sandsteine, Kalkkonglomerate, Kalkbreccien, Kalksteine und Mergel der Korytzaner Schichten (Cenoman) ausbreiten; die Überlagerungsfläche ist auffällig von S. nach N. geneigt. Die mit geringen Abweichungen ungefähr NS. streichenden, zusammengesetzten Gänge (Gangzüge), deren man 18 kennt, setzen in Gneis auf; nur in einem Falle glaubt Katzer auch ein Übersetzen in die Kreide annehmen zu dürfen. Die kristallinen Gesteine, welche dem Nordrande des großen böhmischen Massivs angehören, werden als Granit und Gneis bezeichnet; Katzer hält beide Gesteine, die häufig durch Quetschungszonen voneinander getrennt sind, für verschiedener Entstehung und den Granit für jünger als den Gneis. Massen und Gänge von turmalinführenden Pegmatiten sind in dem Gneise häufig und ebenso wie ein vereinzeltes Vorkommen von Minette mindestens zum größten Teile älter als die Erzgänge, mit denen die Pegmatitgänge ungefähr gleiches Streichen besitzen und von denen sie teilweise durchsetzt und verworfen werden. Im Skalka-Grubenfelde endigten die Gänge an einer 30—50 m mächtigen, gleichfalls ungefähr nördlich streichenden Einlagerung von zerriebenem, tonigem oder schieferigem Material; sie erfuhren an ihr eine Veredelung, konnten aber jenseits derselben nicht mehr nachgewiesen werden.

Die Erzführung der Kuttenberger Gänge scheint eine ganz unregelmäßige, in Butzen und Nestern verteilte gewesen zu sein. Sie bestand in der Hauptsache aus Pyrit, Zinkblende und Bleiglanz mit vorwaltender, quarziger Gangart; daneben brach gelegentlich Magnetkies ein. Eisenspat und Kalkspat sind untergeordnet. Als mehr oder weniger seltene Erze werden genannt: gediegen Silber, das schon seit langen Zeiten von Kuttenberg bekannt war und sich auch

[1]) Brief von E. Rüger an Stelzner (1893).

[2]) Tobisch, Das Erzvorkommen von Klostergrab; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVIII, 1890, 592—595.

[3]) Göbl, Kuttenberg; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXV, 1887, 251 bis 258. — Katzer, Der Kuttenberger Erzdistrict; ebenda XLIV, 1896, 247—254, 269 bis 271; Ref. über beide Arbeiten Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 68—70.



noch zuletzt vorgefunden hat, spärlich Zinckenit und Boulangerit, kleine Kriställchen von Proustit, Arsenkies, die Leptochlorite Cronstedtit und Lillit ($H_8Fe_4(Fe, Mg, Mn)_4Si_8O_{20}$). Freigold hat sich nie gefunden, dagegen waren die Kiese etwas goldhaltig. Auch Pyrargyrit, Silberglanz, Kupferkies und Fahlerz erwähnt Katzer. Der Silbergehalt des Bleiglanzes erreichte nur ausnahmsweise 0,2%, im Durchschnitt betrug er 0,04—0,08%. Der eiserne Hut erstreckte sich bis zu Tiefen von 10—20 m; diese, früher die „Witterung" genannte, wohl sekundär veredelte Zone mag in vergangenen Jahrhunderten den hohen Ruf Kuttenbergs bedingt haben.

Die Zeit der Entstehung des Kuttenberger Bergbaues fällt in den Beginn des XIII. Jahrhunderts; schon unter König Otakar sollen auf dem Gutglückberge hundert Schächte bestanden haben, und um 1300 betrug die Silberproduktion wöchentlich angeblich gegen 300 kg.[1]) Der Verfall des Bergbaues begann schon im XV. Jahrhundert infolge der böhmischen Religionskriege; das Gewicht des von 1240—1620 geförderten Silbers schätzt Graf Sternberg[2]) auf 8440000 Mark (gegen 2400000 kg). Der tiefste Schacht, der „Esel", hat eine tonnlägige Teufe von 620 m erreicht.[3]) Nachdem man schon im Jahre 1844 den Bergbau aufgelassen hatte, verwendete man seit 1875 neuerdings wieder viel Mühe und Kosten auf seine Wiederbelebung. Ihre Erfolglosigkeit führte im Jahre 1903 zur endgültigen Einstellung des Betriebes.

In früherer Zeit ist ein nicht unwichtiger Bergbau auf dem Gangzug von **Rudolphstadt**-Adamstadt,[4]) eine Stunde östlich von Budweis, umgegangen. Die beiden nordsüdlich streichenden Hauptgänge setzen im Gneis auf und führten in quarziger und kalkig dolomitischer Gangmasse silberhaltige Blende, silberhaltigen Bleiglanz, wenig Pyrit, und als jüngste Bildung Braunspat, sowie spärliches gediegen Silber und selten Stephanit; im übrigen fehlten edle Silbererze auf diesen wegen ihres Silbers abgebauten Gängen. Schon in den 50er Jahren des XIX. Jahrhunderts hat der Silbergehalt der Erze den Abbau kaum mehr gelohnt. Der Adel war auf die oberen Teufen beschränkt gewesen, und im Jahre 1867 mußte deshalb der Bergbau aufgelassen werden. Die Rudolphstädter Gruben waren gleichfalls wohl im XIII. Jahrhundert begründet worden und hatten ihre Blütezeit wahrscheinlich zwischen 1547—1618. Eine andere in früherer Zeit sehr wichtige Bergbaugegend ist das Hochland um die Stadt Tabor;[5]) die bergbaulichen Arbeiten daselbst haben bis in die Mitte des XIX. Jahrhunderts angedauert.

Nördlich von Graz liegen die teilweise sehr alten Bergbaue von Peggau-**Deutsch-Feistritz**[6]) und Rabenstein im Murtale, 7 km westlich von der Mur

---

[1]) Katzer, Geologie von Böhmen, 1892, 122—125.

[2]) Umrisse einer Geschichte der böhmischen Bergwerke I, 1. Abt., 1836, 178.

[3]) Nach Katzer; nach der älteren Annahme wäre er „500 Lachter" tief gewesen.

[4]) Jokély, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätte bei Adamstadt und Rudolphstadt im südlichen Böhmen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., V, 1854, 107—116.

[5]) Katzer, Geologie von Böhmen, 118—120. — Graf Sternberg, l. c. 179 bis 187. — Über den Altendorf-Bernhauer Blei- und Silberbergbau in Mähren siehe Kupido, Zur Wiederaufnahme des mährischen Blei- und Silberbergbaues; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXV, 1887, 177—179. — Artl, Der Altendorf-Bernhauer Blei- und Silberbergbau; ebenda XXXIX, 1891, 155—160.

[6]) Steinhaus, Blei- und Zinkbergbau der Ludwigshütte bei Deutsch-Feistritz; Ztschr. d. Berg- u. Hütt.-Ver. f. Steierm. u. Kärnt.: 1879, 387, 401; 1880, 25. — Ders., Die Verteilung der Erze in den Lagerstätten; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., XXX, 1882, 317—318. — Setz, Die Erzlagerstätten der Gegend von Deutsch-Feistritz-Peggau, Frohnleiten, Übelbach und Thalgraben; Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 357—378,



derjenige von Guggenbach bei Uebelbach, und weiter nördlich 5 km von Frohnleiten entfernt ein weiterer im Talgraben am nordöstlichen Fuße des Hochtrötsch. Zu Deutsch-Feistritz, Rabenstein und Guggenbach kennt man zwei bis drei in den dort weitverbreiteten, vom Schökelkalk überlagerten devonischen Schiefern aufsetzende Gänge. Die Schiefer sind grau, bräunlich oder fast gelblich und grüngefleckt oder grün, teilweise auch schwarz und dann graphitisch. Zum größten Teil sind es Sericitschiefer, teilweise auch Kalk-, Chlorit- und Tonschiefer. Sie sind oft fast horizontal, teilweise auch stark gestört gelagert und häufig gefältelt. Die Gänge scheinen konkordant zwischen den Schichten zu liegen und werden deshalb von den Bergleuten als Lager bezeichnet; sie streichen mit den Schiefern etwa N.—S. bei Feistritz, SW.—NO. bei Rabenstein und Guggenbach und fallen dort unter 45—55° westlich, hier unter 78—90° gegen Südost ein. Die Erzführung besteht hauptsächlich aus Zinkblende und Bleiglanz, erstere gewöhnlich, letzterer häufig sehr feinkörnig und beide teilweise so innig miteinander verwachsen, daß die Aufbereitung schwierig wird. Ihr Mengenverhältnis schwankt erheblich; so wird auf den westlichen Bauen zu Guggenbach vorzugsweise Zinkblende, z. T. in großer Reinheit, gewonnen, während zu Rabenstein und Feistritz überwiegende Massen von Bleiglanz einbrechen; der Silbergehalt des letzteren ist 0,06—0,07 %. Die Erze werden begleitet von etwas Pyrit, Kupferkies, Schwerspat, derb und in Drusen kristallisiert, Ankerit, Kalkspat, Quarz, und zu Feistritz und Guggenbach von Witherit. Als sekundäre Verwitterungsprodukte wäre Galmei u. a. zu nennen. Die Mächtigkeit der durch meist kleine Verschiebungen und Verwerfungen vielfach verdrückten und gestörten Gänge schwankt durchschnittlich zwischen 0,3 und 1 m. Das bis zu mehrere Meter mächtige „stockförmige" Erzvorkommen von Guggenbach, ebenso wie das Auftreten von Erzbutzen- und -Linsen dürfte auf Störungen zurückzuführen sein. Die gegenseitige Entfernung der Gänge beträgt 30—50 m. Als stockförmig wird auch das Vorkommen im Talgraben bezeichnet.

Die wichtigsten Bergbaue der Feistritzer Gegend sind diejenigen auf dem Elisabethgang zu Feistritz (Ludwigshütte) und zu Rabenstein, beide durch Stollenbau am rechten Ufer der Mur, teilweise auch durch einen bis 165 m unter die Talsohle eindringenden Schacht erschlossen. Sie gehören seit 1889 dem Märkisch-Westfälischen Bergwerksverein und sind gegenwärtig außer Betrieb, nachdem sie zuletzt im Jahre 1901 samt Guggenbach nur noch 10 t Blei- und 267 t Zinkerz (1900: 550 bezw. 1637 t) geliefert hatten. Die Anfänge des Feistritzer Bergbaues reichen wohl bis in das XVI. Jahrhundert zurück; er hatte schon 1755—1800 seine eigentliche Blütezeit erlebt.

Bei Metnitz,[1]) 20 km westlich von Friesach in Kärnten, sind einige in Phyllit auftretende Erzgänge mit Quarz, Braunspat, schwarzer Zinkblende, Bleiglanz, etwas Kupfer- und Magnetkies samt Pyrit bekannt. Einer dieser Gänge ist etwa 0,4 m mächtig. Zu einem Bergbau ist es dort in neuerer Zeit kaum mehr gekommen.

Wegen seiner ausgezeichneten Flußspatkristalle mag der Bleierzgang von Rabenstein im oberen Sarntal bei Bozen in Südtirol erwähnt sein. Die Paragenesis der einbrechenden Mineralien und ihre Bildungsfolge ist nach Höfer[2]) die nachstehende: milchweißer Quarz, Albit, kolophoniumbraune Blende, Bleiglanz, Flußspat, endlich Nakrit und nochmals Bleiglanz. Ferner werden erwähnt: Gelbbleierz, Kalkspat, Zinkspat und Erdpech. Der Gang setzt in Glimmerschiefer auf.

393—414. — Briefliche Mitteilung von Steinhaus an v. Groddeck (1887), samt Belegstücken (Clausthaler Bergakademie). — Reisenotizen von Bergeat, 1898.

[1]) Canaval, Blende und Bleiglanz führende Gänge bei Metnitz und Zweinitz in Kärnten; Carinthia, II, No. 4, 1899.

[2]) Mineralogische Beobachtungen; Tscherm. Mitt., X, 1889, bes. 158—160.



In dem Schiefergebiet nördlich und östlich von Pergine bei Levico und Roncegno im Sugana-Tal, östlich von Trient in Südtirol, setzen zahlreiche Gänge verschiedener Art auf und haben zeitweise die Veranlassung zu Bergbau gegeben. Zuletzt hat man einen solchen zu **Cinque valli**[1]) am Sasso d'argento, westlich von Roncegno, versucht. Die Gangausstriche liegen ungefähr 1500 m hoch, in einem Hochtale, 1000 m über Roncegno und nahe dem Badeort Vetriolo über Levico. Phyllit bildet das Grundgebirge; er ist von kleinen Granitmassen durchbrochen, die offenbar zu dem weiter östlich gelegenen Granitmassiv der Cima d'Asta in Beziehung stehen und die Schiefer im Kontakt turmalinisiert haben. Dieser Zweiglimmergranit ist an der Peripherie feinkörniger ausgebildet. Über den Phylliten liegen nach Norden zu, schon nahe den Gruben, die Sandsteine und Konglomerate des permischen Verrucano und die südlichsten randlichen Massen der großen südtiroler Quarzporphyrdecke. Um Cinque valli kennt man eine ganze Reihe von Erzgängen, die teils im Phyllit nahe dem Kontakt mit dem Granit, teils in letzterem selbst auftreten. Sie sind teilweise sehr reich an Arsenkies, und die aus einem alten, etwa 1 km langen Stollen oberhalb Levico austretenden arsenikhaltigen Grubenwässer waren die Grundlage für die Errichtung des Badeortes Levico (s. S. 556).

Die letzten Aufschlüsse galten besonders zwei nahe dem Granit aufsetzenden Bleierzgängen. Der Hauptgang enthält als hauptsächliche Gangart Quarz, außerdem Kalkspat und z. T. kristallisierten, grünen, farblosen oder rötlichen Flußspat; auf Baryt scheinen Pseudomorphosen hinzudeuten. Die übrige Mineralführung ist sehr mannigfach: Haupterz ist die teils dunkle, teils helle Blende, daneben silberarmer Bleiglanz, verbreitet ist Arsenkies, der ebenso wie der Kupferkies etwas goldhaltig ist; endlich sind noch zu nennen Eisenspat, Mesitinspat, seltener Dolomit, Arsennickelkies, Wolframit, Scheelit und Zinckenit. Auch Molybdänglanz fand sich zu Cinque valli. Teilweise sind die Mineralien schön kristallisiert. Anglesit, Cerussit, Gelbbleierz, Malachit, Lasur, Pissophan und Kobaltmanganerz sind als Umwandlungsprodukte zu erwähnen.[2])

Die Erzgänge der Grube am **Pfundererberg**[3]) westlich von Klausen in Südtirol haben insofern eine allgemeine Bedeutung, als sie ein gutes Beispiel für eine verschiedene Erzführung in verschiedenem Nebengestein bieten. Das Gebirge besteht nach Teller[4]) aus gneisartigen Gesteinen und Phylliten und aus

---

[1]) Haberfelner, Das Erzvorkommen von Cinque valli bei Roncegno in Südtirol; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 307—310. — Ders., Geologische Verhältnisse von Cinque valli und Umgebung; ebenda 1894, 134—142. — Ders., Zur Geologie der Valsugana und des Pinetales (Südtirol); ebenda 1897, 224—226. — Ders., Über Erzgänge am Cinque-Valle bei Roncegno in Südtirol; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1892, 318. — Reisenotizen von Bergeat.

[2]) Sandberger, Das Erzvorkommen bei Cinque valle bei Roncegno; Sitz.-Ber. math.-phys. Kl. k. bayr. Ak. d. Wiss., XXIII, 1893, 199—216; Ref. Ztschr. f. Krist., XXV, 1896, 615. — Ders., Zinckenit von Cinque valle im Val Sugana; N. Jahrb., 1894, I, 196.

[3]) Nachrichten von dem k. k. und z. T. gewerkschaftl. Blei-, Silber- u. Kupferberg- u. Schmelzwerke zu Klausen in Tyrol; v. Molls Jahrb., II, 1798, 116—139. — v. Cotta, Der Pfundrersberg bei Klausen in Tirol; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXI, 1862, 377—378. — Pošepný, Arch. f. prakt. Geol., I, 1880, 441—487. — Rose, Tiroler Bergbau; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LIII, 1905, 177—218. — Reisenotizen von Bergeat.

[4]) Teller und v. John, Geologisch petrographische Beiträge zur Kenntnis der dioritischen Gesteine von Klausen in Südtirol; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXII, 1882, 589—684.

Intrusionen eines im einzelnen sehr wechselnd zusammengesetzten Gesteins, das allgemein als Diorit bezeichnet werden kann. Innerhalb der Schiefer spielt ein in seinen typischsten Varietäten rötlich-weißes, felsit- oder hälleflintaartiges, teilweise auch gebändertes und scheinbar in die Schiefer übergehendes Gestein, der sogen. „Feldstein“, eine gewisse Rolle. In seinen massigen, lichten Varietäten besteht es aus meist mikropegmatitisch verwachsenem Quarz und Orthoklas samt gelegentlichem Plagioklas und Turmalin. Über sein Wesen gehen die Ansichten auseinander; Weinschenk[1]) hält es neuerdings für einen Aplit, der sowohl stockförmig in den Schiefern auftritt, als auch in dieselben in dünnen Lagen injiziert ist. Die Gänge sind Zerrüttungszonen nnd erfüllt mit Bruchstücken des Nebengesteins, die, sofern sie von dem Diorit herstammen, in chloritisch-erdige Massen umgewandelt sind. Der mit einer größeren Anzahl von Stollen bis über 600 m über den Talboden vorgedrungene Bergbau hat hauptsächlich den Feldstein und den Diorit durchfahren; in ersterem bestehen die Erze aus vorwaltendem Kupferkies und Pyrit, im basischeren Eruptivgestein außerdem aus silberreichem Bleiglanz (0,3—0,6 % Silber) und dunkler Zinkblende; im Phyllit, der die Südseite des Berges bildet, sind sie ganz arm. Der im Diorit vorkommende, im ganzen am meisten verbreitete Kupferkies enthält bis zu 0,1 % Silber und ebenso wie der Pyrit etwas Gold; Quarz, Kalkspat und wechselnde Mengen von Eisenspat sind die Gangarten, infolge Verwitterung ist u. a. Langit ($CuOH_2SO_4 . 2Cu[OH]_2 . H_2O$) entstanden. Durch schalige Umhüllung der Nebengesteinsbruchstücke mit wechselnden Erzlagen bildeten sich die als „Mugeln“ bezeichneten schönen Ringelerze.

Der Bergbau bei Klausen, früher auch auf andere Gangvorkommnisse gerichtet, hat schon zur Zeit der Hohenstaufen bestanden. Zuletzt war er im Jahre 1870 aufgelassen worden und steht nun seit 1893 wieder im Betriebe. Die Förderung ist geringfügig.

In der Gegend des Sanntales bei Steinbrück in Untersteier und des Savetales bei Littai, überhaupt zwischen Lichtenwald und Knappusche unterhalb von Laibach in Krain ist an zahlreichen Stellen Bergbau auf Blei- und Zinkerze, sowie auf Zinnober umgegangen; alle Gänge dieser Zone setzen in Ablagerungen der Steinkohlenformation auf. Der wichtigste Bergbau war zuletzt derjenige im Sitariuz-Berge nächst **Littai.**[2]) Der Erzberg besteht aus den dunkelgrauen, meistens sehr verworrengelagerten, z. T. schieferigen Sandsteinen und bis zu 30 m mächtigen Einlagerungen des grauen, graphitischen Gailtaler Schiefers, der an einigen Stellen etwas Anthrazit enthält. Der Erzgang durchsetzt großenteils den Sandstein, z. T. unter sehr spitzem Winkel; er fällt flach ein, ist zerstückelt durch zahlreiche Seitenverschiebungen, teilweise sehr flache Überschiebungen und Verwerfungen[3]) und bietet ein hervorragendes Beispiel für das Zusammenvorkommen der verschiedenartigsten engbenachbarten Dislokationen; die Größe der letzteren schwankt zwischen wenigen Zentimetern und 40 m. Infolge solcher Störungen nimmt der Gang häufig ein lagerartiges Aussehen an. Die Gangspalte selbst ist wiederholt aufgerissen und hat mehrfachen Mineralabsätzen gedient, die Füllung enthält deshalb stellenweise Breccien älterer Massen von Gangarten und Erz. Man unterscheidet sie in drei Typen: 1. silberarmer Bleiglanz mit wenig Blende, Pyrit, Schwerspat, in den oberen Teufen mit aus-

[1]) Einige Beobachtungen über die Erzlagerstätte im Pfundererberg bei Klausen in Südtyrol; Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 66—68.

[2]) Riedl, Littai; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwes., XXXIV, 1886, 333—341. — Höfer, Über Verwerfungen; ebenda, 349—354, bes. 352—353. — Brunlechner, Beiträge zur Charakteristik der Erzlagerstätte von Littai in Krain; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXV, 1885, 387—396. — Reisenotizen Stelzners aus dem Jahre 1887.

[3]) Siehe Tafel X bei Riedl und XIV bei Höfer.



gezeichneten Kristallisationen von Weißbleierz, seltener von Anglesit und Pyromorphit; 2. derber Roteisenstein mit wenig Schwerspat, Bleiglanz, stellenweise etwas Buntkupfererz; sowohl mit dem Roteisenstein wie mit dem Bleiglanz tritt etwas Zinnober auf; 3. der Zinnober findet sich nur selten kristallisiert, meistens in der Art wie zu Idria als Stahlerz in bis zu 3 cm mächtigen Bändern, oder eingesprengt, am häufigsten begleitet von Limonit (z. T. Glaskopf) oder Schwerspat; teilweise bildet er für sich allein schwache Kluftfüllungen im Sandstein. Weiterhin werden genannt: Eisenspat, Kupferkies, Bournonit, Kupferkarbonate, Zinkblende, die nach Riedl in 2—3 cm mächtigen Bändern nur längs der Störungen auftritt, Witherit und Aragonit. Die Erzmächtigkeit kann mehrere Meter betragen; sie ist ebenso wie diejenige des Ganges teilweise durch Störungen beeinflußt, so daß die des letzteren zwischen 0,5 und 5 m schwankt.

Ähnliche Verhältnisse wie zu Littai herrschen auch auf der Grube Fortuna, 2 km nördlich von Steinbrück.[1]) Der meist derbe, sehr silberarme Bleiglanz (0,016 % Silber) tritt lagerförmig in kleinkörnigem und glimmerreichem Sandstein auf, doch sind die reichsten Erze von schwarzen, sandigen, ganz unregelmäßig umgrenzten Schieferpartien begleitet. In dem „Hauptlager" bildet vorwiegend Quarz, begleitet von Kieseinsprengungen, die Gangart, in seinem Hangenden und Liegenden dagegen treten Erznester mit Quarz, Spateisenstein und Schwerspat auf, letzterer teils derb in spätigen Massen, teils in kleinen Kristallen. Der Schwerspat bildet teilweise 0,5 m mächtige Massen. Starke Gebirgsstörungen begleiten den ganzen langen Lagerstättenzug von Littai und Steinbrück und haben von jeher der Untersuchung und Erschließung der Gänge die größten Hindernisse bereitet.

Der Bergbau in der Gegend von Littai reicht vielleicht schon in prähistorische Zeiten zurück. Im XVI. Jahrhundert scheint er geblüht zu haben, ist aber auch hier mit der Verjagung der protestantischen Bergherren, wie in den österreichischen Alpenländern überhaupt, um den Beginn des XVII. Jahrhunderts ganz erloschen. Die neueren Unternehmungen stammen aus dem Jahre 1873. Im Jahre 1883 begann man die Quecksilbererze (mit durchschnittlichem Gehalt von 2,7 %) zu Littai zu verhütten. Seit dem Jahre 1898 werden keine Erze mehr gefördert.

In der Umgebung von **Srebrenica** in Bosnien[2]) sind reiche Gänge von silberhaltigem Bleiglanz schon von den Römern und später im Mittelalter von Sachsen abgebaut worden. Nach B. Walter kannte man im Jahre 1887 deren 43. Ihr Nebengestein ist in der Regel Quarzpropylit, der von einem hornblendeführenden Andesit begleitet wird und mitunter vollständig zu Kaolin oder eisenschüssigen Massen umgewandelt ist. 21 Gänge setzen nur im Propylit auf. Andere streichen teils durch letzteren und durch Schiefer, einige wenige durch Schiefer allein. Dies sind Ton-, Glimmer- und Quarzitschiefer, letztere stellenweise mit mächtigen Einlagerungen von Schwefelkies. Die Gänge sind bis zu mehrere hundert Meter im Streichen verfolgt und bis 5 m mächtig. Hauptgangfüllung ist Quarz, Bleiglanz mit etwa 0,2 % Silber, Zinkblende, Pyrit und Markasit. Untergeordnet sind Arsenkies, Braunspat und Eisenspat, stellenweise finden sich Bournonit, Boulangerit, Fahlerz usw. Große Massen Eisensinter, ferner Weißbleierz, Greenockit und Kupfervitriol sind als sekundäre Erze beobachtet worden. Die Richtung der Gänge ist ziemlich einheitlich, etwa SW.—NO. Einige zeigen ein höheres Streichen und bewirken auf den Scharungs-

[1]) Briefliche Mitteilungen von Herrn Dr. Canaval an Bergeat (1901).

[2]) Walter, Beitrag zur Kenntnis der Erzlagerstätten Bosniens, 1887, 93—150. — Rücker, Blei- und Silberbergbau bei Srebrenica, Bosnien; Wien, 1901. — Götting, Über die Bleierzgänge von Srebrenica in Bosnien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLV, 1886, 89—92.

punkten Gangveredelungen. Über andere, fast ausschließlich schwefelkiesführende Lagerstätten der Umgebung von Srebrenica hat Katzer[1]) berichtet. Wegen der z. T. schon zur Römerzeit abgebauten, teils gangförmigen, teils metasomatischen Bleierzlagerstätten Serbiens (Podrinje, Avala, Kosmaj, Rudnik, Kopaonik, Ruplje und Kucajna) sei einstweilen auf die Zusammenstellung Antulas[2]) verwiesen.

Von den zahlreichen Bleierzlagerstätten, die man an verschiedenen Orten Toskanas, wie bei Massa Marittima, bei Campiglia Marittima usw. erschürft und zeitweise abgebaut hat, ist nur diejenige von **Bottino**[3]) bei Seravezza in den apuanischen Alpen bis zuletzt von einiger Bedeutung gewesen; heute ruht der Betrieb auch dort. Der sich in zwei Trümer gabelnde Gang streicht NW.—SO. und fällt unter 50—55° nach SW.; er setzt in paläozoischen Schiefern auf. Seine Füllung besteht aus vorwaltendem Quarz, aus Kalkspat und Eisenspat mit sehr silberreichem Bleiglanz (0,32—0,56% Ag im fast reinen Mineral), ferner Boulangerit, Meneghinit ($Pb_4Sb_2S_7$), Jamesonit, Blende, Pyrit, Markasit, Magnetkies und Kupferkies, die nach d'Achiardi alle mehr oder weniger silberhaltig sein sollen. Die Mächtigkeit des mitunter sehr beträchtlich anschwellenden Ganges, seine Erzführung und die mineralogische Zusammensetzung schwanken sehr bedeutend; in den oberen Gangzonen und auch stellenweise in der Teufe sind die Sulfosalze nur spärlich vorhanden. Zu bemerken ist, daß das Erz etwa 0,2% SnO_2, etwas Kobalt und Wismut enthielt. Auch Albit und Apatit kommen vor. Uralte Baue in dem Bergland weisen darauf hin, daß dort schon die Römer und Etrusker Erze gewonnen haben; seit dem XI. Jahrhundert besitzt man geschichtliche Nachrichten über diesen Bergbau, der oftmals aufgelassen und mit wechselndem Erfolg wieder in Angriff genommen worden ist. Seit etwa 10 Jahren ist Bottino außer Betrieb, nachdem die Produktion von Bleierz schon seit langer Zeit nur eine ganz geringfügige gewesen war. An Silber lieferte der Bergbau von 1860—1869 durchschnittlich 669, von 1870—1879 539 kg im Jahre.

Von einigen an Kalksteine der oberitalienischen Alpen gebundenen Bleierzlagern soll später die Rede sein.

Die in den Tonschiefern der Gegend von Messina[4]) auftretenden Gänge enthalten Bleiglanz, Antimonit, Blende, Fahlerz und Kupferkies mit hauptsächlich quarziger Gangart. Die Förderung von Blei- und Kupfererzen ist nie eine nennenswerte gewesen und auch heute nur äußerst gering; Bleiglanz findet sich in der Nähe von Nizza, Fiumedinisi, Ali, Limina und Novara. Einige Bedeutung hat nur die Gewinnung des Antimonits bei Roccalumera, Letoianni und Francavilla, wo im Jahre 1890 insgesamt 264 t Antimonerz gefördert und zu Fiumedinisi verschmolzen wurden.

Von den Bleierzgruben Prato, Monticello und Argentella auf Korsika[5]) war die letztere die wichtigste. Sie liegt nahe der Nordwestküste und der dortige Erzgang setzt in Granit auf.

Sardinien ist reich an Blei- und Zinklagerstätten. Die wichtigsten sind die später zu beschreibenden metasomatischen Lagerstätten im Silurkalk der Gegend von Iglesias, wie das berühmte Vorkommen von Monteponi. Die

---

[1]) Die Schwefelkies- und Kupferkieslagerstätten Bosniens und der Hercegovina; Leob. Jahrb., LIII, 1905, bes. 326—332.

[2]) Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 41—53.

[3]) d'Achiardi, I metalli, I, 157—158, Lit.

[4]) Baldacci, Descrizione geologica dell'Isola di Sicilia; Mem. descr. d. Carta geol. d'Italia, I, 1886, 133—134.

[5]) Nentien, Étude sur les gîtes minéraux de la Corse; Ann. d. mines (9), XII, 1897, 231—296.

Bleierzgänge Sardiniens durchsetzen silurische Schiefer und Granite und sind auch im ersteren Falle an die Umgebung der letzteren gebunden, welche große Oberflächengebiete der Insel ausmachen. Lotti[1]) ist geneigt, die Bildung der Bleiglanzlagerstätten mit der Eruption der vortriasischen Granite in Beziehung zu bringen und führt als einen Beweis hierfür an, daß die von der Granitmasse her die kontaktmetamorphen Schiefer durchziehenden Porphyr- und Mikrogranitgänge teilweise an ihren Salbändern Spuren von Sulfiden enthalten; er erwähnt ferner, daß der Granit von Villacidro bei Iglesias von mehreren 7—8 m mächtigen Quarzgängen durchsetzt wird, die auch in den darüberliegenden Quarzit-, Chlorit- und Tonschiefern auftreten und einerseits in echte Kupferkies- und Bleiglanzgänge übergehen, andererseits sich unter gleichzeitiger Sulfidführung durch Aufnahme von Feldspat als zweifellose Verwandte des Granits zu erkennen geben sollen.

Der großartige Minendistrikt von Iglesias, das **Iglesiente,** liegt im südwestlichen Teile Sardiniens, dem im Monte Linas bis zu 1237 m aufsteigenden, von der übrigen Insel durch die Ebene des Campidano getrennten Bergland. Die Hauptorte des von Süden nach Norden 35 km langen und 20 km breiten Gebietes sind Iglesias im Süden, Flumini und Arbus im Norden. Der auf Sardinien sehr weit verbreitete Granit[2]) spielt auch in der Zusammensetzung des Iglesiente eine nicht unwichtige Rolle. Unter mehreren Vorkommnissen dieses Gesteins ist die bei Arbus 8 km breite, nach Osten gegen Villacidro sich fortsetzende Masse die wichtigste. Sie besteht hauptsächlich aus Hornblendegranit und bildet bei Arbus ein 500—600 m hohes, hügeliges Hochland. Gänge, insbesondere von Granitporphyr und Quarzporphyr, durchziehen nach verschiedenen Richtungen den Granit und die silurischen Ablagerungen, einige Diabasgänge treten im Kambrium auf. Der Granit, in verschiedenen Strukturen und Varietäten, zeigt Übergänge zu Syenit. In dem Distrikt spielen triasische, jurassische und eocäne Ablagerungen eine unwesentliche Rolle. Die weitaus größte Verbreitung besitzen vielmehr silurische und kambrische Gebilde, welche von den Graniten durchbrochen wurden, wie u. a. das stellenweise Vorkommen von Andalusitfels, Chiastolithschiefer, Fleckschiefer und Marmoren erkennen läßt. Das Kambrium tritt als eine Folge von Sandsteinen, Quarziten und Schiefern mit zwischengelagerten Kalksteinen in der Gegend von Iglesias auf, hat aber als Nebengestein der Erzlagerstätten fast keine Bedeutung. Als solches kommt fast nur der Granit und in noch viel höherem Maße die silurische Schichtenfolge in Betracht. Diese letztere ist wohl über 2000 m mächtig und nimmt den größten Teil des Gebietes ein; besonders sind es Schiefer, Orthoceraskalke, Grauwacken, Phyllite und Kalkschiefer mit silurischen Versteinerungen, welche im Norden die Granitmasse von Arbus umlagern, im Süden bei

[1]) Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 63—64. — Ders., Osservazioni geologiche e minerarie sui dintorni di Villacidro in Sardegna; Boll. Soc. geol. ital., XV, 1896, fasc. 4.

[2]) Siehe auch Riva, Le rocce granitoidi e filoniane della Sardegna; Atti R. Acc. d. scienz. fis. e mat. d. Napoli (2), XII, 1904, No. 9.



Iglesias die Unterlage des dort verbreiteten, diskordant darüberliegenden erzführenden Kalkes bilden.

Die Erzvorkommnisse sind solche von Bleiglanz und Galmei, jene als Gänge und metasomatische Lagerstätten, diese nur von letzterer Art. Die metasomatischen Bleiglanzlagersätten sind an den erzführenden Kalk gebunden und treten darin entweder in der Nähe des Kontaktes zwischen diesem und den liegenden Schiefern auf, indem sie gewaltige Erzsäulen bilden, oder sie liegen als mehr oder weniger weithin streichende lagerförmige Massen längs des Kontaktes selbst. Die Bleiglanzlagerstätten von Monteponi bei Iglesias gehören zu den wichtigsten Vertretern dieser späterhin ausführlicher zu beschreibenden Vorkommnisse. Die Bleierzgänge treten in sämtlichen vortriasischen Gesteinen des Gebietes auf. Ihre hauptsächlichste Entwickelung haben sie bei Arbus und Flumini in den silurischen Schiefern und Grauwacken, sie finden sich dort aber auch zahlreich im Granit. Mit der Entfernung von letzterem werden sie spärlicher. Die Schichtung der Schiefer soll nach Zoppi der Kontaktgrenze parallel streichen, ihr Einfallen bei Arbus ein weniger steiles sein als das der letzteren. Die Erzgänge verlaufen dem Kontakte teils annähernd parallel — es sind das die größten und wichtigsten —, teils quer dazu; viele setzen aus dem Granit in den Schiefer über. Von den im Granit aufsetzenden Gängen hat sich nur einer für längere Zeit als abbauwürdig erwiesen. Die Gangbildung wird von Zoppi mit der Emporpressung des Granits in Zusammenhang gebracht.

Die wichtigsten Gang-Bergbaue des Iglesiente sind diejenigen von **Montevecchio**[1]) (= „Altenberg"), 5 km nordwestlich von Arbus, und die auf der südöstlichen Fortsetzung desselben Gangzuges bauenden Gruben Ingurtosu und Gennamari, sowie das südlich sich anschließende Grubenfeld Crabulazzu. Der Gangzug von Montevecchio streicht höchstens 2 km vom Granitkontakt entfernt und nähert sich ihm stellenweise fast unmittelbar. Demgemäß verläuft er anfangs südwestlich und biegt dann gegen Süden um. Auf den Gruben von Montevecchio ist er in einer streichenden Ausdehnung von etwa 7 km erschlossen, nach Südwesten zu wird er auf etwa weitere 5 km hin abgebaut. Seine Ausfüllung bildet silberhaltiger Bleiglanz samt Weißbleierz, Zinkblende, Siderit, Schwefelkies, Kupferkies und Schwerspat mit Quarz als vorwiegender Gangart. Er besteht aus einer größeren Anzahl von Gängen, deren mächtigster, der filone principale, 20—30 m mißt und offenbar selbst ein zusammengesetzter Gang ist. Am reichsten an Bleierz ist das Grubenfeld Montevecchio; sein

[1]) Sella, Sulla condizione dell' industria mineraria nell' isola di Sardegna, 1871; Auszug daraus von C. Rammelsberg in Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XX, 1872, 24—34. — Zoppi, Descrizione geologico-mineraria dell' Iglesiente; Mem. descr. della Carta geol. d'Ital., IV, 1888, mit Atlas und geol. Karte. — Lotti, I depositi dei minerali metalliferi, 63. — Marx, Geognostische und bergmännische Mitteilungen über den Bergbaubezirk von Iglesias auf der Insel Sardinien; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XL, 1892, 263—278. — Duenkel, Bericht über eine im Jahre 1900 ausgeführte Bereisung der Insel Sardinien und einiger anderer Bergreviere Italiens; ebenda L, 1902, 622—668.



Silbergehalt beträgt dort 0,08 %, steigt nach Osten zu aber bis zu 0,17 %. Verschiedene andere Gänge führen neben dem Quarz reichlich Flußspat mit Silbererzen, wie Silberglanz, Proustit, Hornsilber und gediegen Silber; in solchen Fällen handelt es sich nach Zoppi um eine jüngere Mineralansiedelung auf den normalen Gängen. Bemerkenswert ist der Gang von S. Lucia, der aus Kalkstein in Schiefer übertritt und nur in ersterem reich an Flußspat ist. Manche Erzgänge, wie diejenigen von Fenugu Sibiri und Perdas de Fogu bei Flumini, südlich vom Granit von Arbus, führen auch Nickel und Kobalt.

Die Gruben von Montevecchio produzieren jährlich 9500 t silberhaltigen Bleiglanz und 7000 t Blende und beschäftigen 1000 Arbeiter; die Produktion von Gennamari und Ingurtosu beläuft sich auf 4000 t Blei- und 450 t Zinkerz. Der jetzige Bergbau von Montevecchio reicht bis zum Jahre 1848 zurück; schon die Karthager und Römer haben auf Sardinien Blei erzeugt.

Andere Bleierzgänge in Sardinien sind vor allem diejenigen von **Sarrabus,** die zugleich als Silbererzgänge wichtig und deshalb schon früher unter diesen besprochen worden sind (S. 726). In der Gegend von Sassari im Norden der Insel, 30 km entfernt von Portotorres, wird ein mächtiger in silurischem Schiefer aufsetzender Gang mit überwiegender Blende, neben der teilweise recht silberreicher Bleiglanz auftritt, zu **Argentiera** abgebaut. Quarz bildet die Gangart. Mit einer mittleren Jahresförderung von 5500 t Blende und 1200 t Bleiglanz ist dieses die wichtigste Zinkblendegrube der Insel.[1])

Das unbedeutende Zink- und Bleierzvorkommen von Rosas[2]) im südwestlichen Teile der Monte Unei-Kette in der Region Sulcis (Provinz Cagliari) auf Sardinien beschreibt Riva. Danach ist es an eine mächtige, in silurischen Schiefern und Kalken aufsetzende Diabasformation gebunden. „Der Bleiglanz und die Blende, immer von Pyrit und Kupferkies begleitet, sind mit dem Eruptivgestein innig vermischt. Das letztere hat in diesen Fällen nicht mehr die typische Struktur und mineralogische Zusammensetzung, geht aber so allmählich in den frischen Diabas über, daß kein Zweifel über seine wirkliche Natur bleiben kann. Der Feldspat und der Augit sind nicht mehr vorhanden, sondern an ihre Stelle sind Calcit und ein hellgrüner Amphibol getreten, welche die Erze wie eine Gangmasse umgeben." Als sekundäre Mineralien werden genannt: Allophan, Linarit, Azurit, Malachit, Galmei, Cerussit, Rotkupfererz und Brochantit. In den letzten Jahren betrug die Förderung von Zinkerzen jährlich ungefähr 1000 t.

In Frankreich ist die wichtigste Bleierzlagerstätte der Gang von **Pontpéan**[3]) südlich von Rennes in der Bretagne. Er durchschneidet mit nordöstlichem Streichen steil aufgerichtete silurische Schiefer und hat eine sehr wechselnde Mächtigkeit von 1 cm bis zu 8,5 m, im Mittel von 2,5 m. Der Gang schleppt sich mit einem von Fuchs als Diorit bezeichneten Ganggestein, das er sehr stark zersetzt hat; große Massen von gangtonschieferartigem Material nehmen an seiner Ausfüllung teil. Sie sind durchwachsen von Quarz und von einem

[1]) Catalogo della mostra fatta del Corpo Reale delle Miniere all' esposizione universale del 1900 a Parigi, 62—64.

[2]) Riva, Über einige Mineralien von Rosas (Sardinien); Ztschr. f. Krist., XXXI, 1899, 532—537.

[3]) Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 498—504. Lit.



innigen Gemenge von Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit. Man schließt aus dem sehr beträchtlich schwankenden Silbergehalt ferner auf die Anwesenheit edler Silbererze. Die Erze umhüllen Nebengesteinsbruchstücke von den verschiedensten Größen und Formen. Es mag dahingestellt bleiben, ob nicht der Gang von Pontpéan, wie das aus der Beschreibung Fuchs' und de Launays hervorzugehen scheint, den mineralogisch teilweise analogen Clausthaler Gängen ähnlich und gleichfalls ein zusammengesetzter ist. Von Wichtigkeit war auch hier eine Abnahme des Silbergehaltes mit zunehmender Teufe, was auf ein Zurücktreten der edlen Silbererze zurückgeführt wird. Im Jahre 1902 wurden zu Pontpéan 9500 t silberhaltiger Bleiglanz und 2300 t Zinkblende gefördert.

In der Nähe von Pontpéan liegt der Bergbau von **La Touche.** Der Gang besteht gleichfalls aus Quarz, Bleiglanz, Blende und Schwefelkies und gelegentlichem Antimonit, setzt aber in Granit auf, den er bis auf einige Entfernung stark verkieselt und mit Pyrit imprägniert hat.

In früheren Zeiten besaßen die Blei-Silbergruben von **Poullaouen** und **Huelgoat**[1]) im Departement Finistère (Bretagne), zwischen den Städtchen Morlaix und Carhaix am Südabhang der Montagnes d'Arrée gelegen, in Frankreich hohen Ruf. Poullaouen produzierte allerdings um Beginn des XIX. Jahrhunderts nur 400 t Blei und 300 kg Silber, Huelgoat sogar nur 100—150 t Blei und 400 kg Silber jährlich. Die Gänge setzen in Granit, Devonschiefern (teilweise als Fleckschiefer im Granitkontakt) und in karbonischen Schiefern, Konglomeraten und Grauwacken auf. Der auf eine Länge von 1100 m und bis zur Teufe von 300 m erschlossene Hauptgang von Huelgoat durchsetzte alle diese Gesteine, während der Trümergang von Poullaouen nur an Grauwacken gebunden ist. Ihre Füllung bestand aus Quarz, Bleiglanz und daneben aus Pyrit und Blende; letztere brach zeitweise zu Huelgoat in größerer Menge ein. Ebendort hatten sich in den oberen Gangzonen Weiß- und Grünbleierz, Chlorsilber, Brom-, Jod- und gediegen Silber vorgefunden, erstere beiden in prächtigen Stufen. Der Bleisilberbergbau von Huelgoat und Poullaouen hat angeblich schon zur Zeit Ludwig XIII. (1610—1643) bestanden, erlebte aber seine größte Blüte erst im XVIII. und XIX. Jahrhundert. Längere Zeit ist er von deutschen Bergleuten geleitet worden; 1868 wurde er aufgelasssen, weil die Wasserbewältigung zu schwierig war.

Eine bedeutende Zinkblendegrube ist diejenige von **Bormettes**[2]) im Departement Var (Südostfrankreich). Der Gang hat eine wechselnde, bis zu 5 m erreichende Mächtigkeit; im Durchschnitt beträgt sie 1,6 m. Das häufig sehr charakteristisch gebänderte Erz besteht in der Hauptsache aus brauner Zinkblende (mit 7—8 $^0/_0$ Eisen) und Quarz, daneben auch etwas Bleiglanz, Bournonit und Kupferkies. Der Bleiglanz soll in der Teufe ganz zurücktreten und kommt überdies nur in kleinen Nestern und Schnüren in der Blende vor, der Bournonit ist nur stellenweise reichlicher vorhanden, der Kupferkies in spär-

[1]) Daubuisson, De la mine de plomb de Poullaouen en Bretagne; Journ. d. mines, XX, 1806, 347—377; XXI, 1807, 27—56. — Ders., Description succinte de la mine de plomb du Huelgoat en Bretagne; ebenda XXI, 1807, 81—104. — Pernollet, Description de six filons exploités dans la concession des mines de Poullaouen (Finistère); Ann. d. mines (4), X, 1846, 381—466.

[2]) Die Blendegruben von Bormettes im südöstlichen Frankreich; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LV, 1901, 4—7, nach Suppl. à l'Echo des Mines, No. 1283 u. 1284,



licher Menge besonders an die erzärmeren Gangteile gebunden. Der Gang setzt in steil einfallenden Glimmerschiefern und Quarziten auf, ist indessen in den darüber gelagerten permischen Sandsteinen und Schiefern nicht bekannt, dürfte also älter als diese sein. Die Länge des bauwürdigen Erzmittels beträgt ungefähr 450 m.

Andere Erzgänge in der Gegend von Bormettes sind diejenigen von Rieille, wo der Hauptgang besonders aus silberhaltigem Bleiglanz und Bournonit, nebensächlich aus Blende und Kupferkies mit Quarz und Eisenspat als Gangarten besteht, und der Gang von Verger mineralogisch den vorigen ähnlich, indessen mit vorherrschender Zinkblende. Die Grube von Bormettes lieferte im Jahre 1902 11300 t aufbereitete Zinkblendeerze und 200 t Bleiglanz.

Zu Poipe in der Gemeinde Reventin-Vangris (Dep. Isère) wird ein 2 m mächtiger, in Biotitgneis aufsetzender Gang mit Bleiglanz, gelber und brauner Blende, Quarz und Schwerspat abgebaut.

Im Departement Hautes-Pyrénées werden Gänge von silberhaltigem Bleiglanz und Blende zu Pierrefitte ausgebeutet; weitere Bleierz- und Blendegruben liegen bei Villefranche im Dep. Aveyron, andere bei Peyrebrune im Dep. Tarn. Ein an Gängen verschiedener Art recht reicher, in bergbaulicher Beziehung aber gleichwohl jetzt bedeutungsloser Distrikt ist das Gebiet nördlich und südlich der 1702 m hohen Granitmasse der Montagnes de Lozère,[1]) westlich von der Eisenbahn von Clermont nach Nîmes in Südfrankreich. Der hauptsächlichste Sitz der ehemaligen Bergbautätigkeit war daselbst **Vialas** am Südabhang, ein anderer **Bleymard** am Nordabhang des Lozèregebirges. Der Granit wird rings umlagert von kristallinen Schiefern, und beide werden von zahlreichen NNO.—SSW. gerichteten Gängen eines als Glimmerporphyrit bezeichneten Gesteins durchsetzt. Über den älteren Gebilden ruhen nach Norden zu bei Bleymard und gegen Nordwesten jüngere Ablagerungen besonders des Rhät und des Lias. Bedeutende Verwerfungen und eine große Anzahl von verschieden gerichteten Erzgängen durchschneiden alle diese Ablagerungen. Die Bleierzgänge von Vialas haben je nach ihrer Streichrichtung eine etwas verschiedene Füllung. So sind die ältesten, etwa ONO. streichenden Gänge zusammen mit etwas jüngeren, sehr spitzwinkelig dazu verlaufenden Spalten mit barytischen Erzen ausgefüllt worden; auf beiden hat sich späterhin Quarz mit silberreichem Bleiglanz angesiedelt. Andere, fast NO. streichende, enthalten Kalkspat, silberreichen Bleiglanz und Baryt; sie waren wenig anhaltend und mächtig, indessen von einer gewissen wirtschaftlichen Bedeutung. Alle übrigen unter verschiedenen Richtungen dazu verlaufenden Spalten führen Quarz oder Baryt und enthalten höchstens etwas Zinkblende und Pyrit. Bei Bleymard setzen einige Verwerfer aus dem Grundgebirge in das Rhät und in die stark zerklüfteten Kalke des unteren Lias hinein; in diesen finden sich in deren Nähe Schwerspat, Kalkspat, Bleiglanz und Blende und vor allem Zinkspat als metasomatische Ansiedelungen. Ziemlich reichlich kommt auch Zinkblende vor. Besonders der Zinkspat breitet sich lagerförmig längs der Schichtfugen bis in einige Entfernung von den Gängen aus. Das Alter dieser letzteren, die man stellenweise noch bis in höhere jurassische Schichten verfolgt hat, dürfte jungtertiär sein. Der Bergbau von Vialas bestand wahrscheinlich schon im XII. Jahrhundert; zwischen 1843 und 1877 gewann

[1]) Lan, Description des gîtes métallifères de la Lozère et des Cévennes occidentales; Ann. d. Mines (5), VI, 1854, 401—511. — Ders., Histoire et description des mines et fonderies de plomb, argent et cuivre de la Lozère; ebenda (5), VII, 1854, 1—52, 351—458. — Rivot, Sur les filons de galène argentifère de Vialas (Lozère); ebenda (6), IV, 1863, 309—439. — Bresson, Étude géologique des gisements métallifères de la région du Bleymard, Lozère; Bull. Soc. de l'industr. minérale (4), III, 1904, 647—701.



man insgesamt 41000 kg Silber und 7000 t Blei.[1]) Über die sehr zahlreichen und mannigfachen, jetzt bedeutungslosen Erzlagerstätten von Caunette, ONO. von Carcassonne in Südfrankreich, hat Bernard[2]) ausführlicher berichtet.

Der Gangdistrikt von **Pontgibaud**[3]) im Departement Puy de Dôme, etwa 20 km westlich von Clermont und an der westlichen Grenze der vulkanischen Bildungen der Auvergne ungefähr 800 m hoch gelegen, erstreckt sich 13 bis 14 km in nordsüdlicher Richtung und hat eine Breite von ungefähr 4,5 km. Die Gänge sind fast nur auf dem linken westlichen Ufer des Flüßchens Sioule bekannt, auf dem rechten offenbar durch die jungvulkanischen Gebilde verdeckt; im Ganggebiete selbst ist der kleine Vulkankegel Chalusset die bemerkenswerteste, fast isolierte Erscheinung dieser Art. Die um Pontgibaud auftretenden Erzgänge sind zum kleinsten Teil Antimonit- oder unbauwürdige, z. T. goldhaltige Quarz-arsenkies-Zinnerzgänge; die wichtigsten waren die Bleierzgänge. Diese setzen im nördlichsten und im südlichsten Teil innerhalb von granulitischem Gneis, in den mittleren Gruben in Chloritglimmerschiefern auf. Nach Süden zu tritt eine Granititmasse hervor, die nach Lodin jünger ist als der Gneis, soweit bis jetzt bekannt, von den Erzgängen nicht durchschnitten wird und überhaupt ohne mittelbaren Einfluß auf deren Entstehung gewesen zu sein scheint. Eine außerordentlich große Zahl von Gängen feinkörniger granitischer Gesteine und von Quarzporphyr durchkreuzt die Schiefergänge und ist durch den Bergbau vielfach aufgeschlossen worden; ihre Mächtigkeit wechselt von wenig Zentimetern bis zu 15 und 20 m, ihr Streichen ist, ähnlich wie dasjenige der Erzgänge, im ganzen etwa nach NNO. gerichtet. Jene sauren und die ebenfalls recht zahlreichen, zuweilen glimmerführenden Porphyritgänge, welche auf sie folgten, sind älter als die Erzgänge. Diese sind ganz allgemein an die sauren Ganggesteine gebunden und eine Folge des Wiederaufreißens der von letzteren erfüllten Spalten. Wo die Erzgänge die Gesteinsgänge verlassen und in den Gneis oder Schiefer übersetzen, werden sie schon in geringer Entfernung von dem Eruptivgestein taub.

In der Tertiärzeit war die östliche Umgebung von Pontgibaud der Schauplatz großer Eruptionen; am Mont-Dore folgten sich in der Miocän- und Pliocänzeit hintereinander Phonolithe, Rhyolithe, Basalte, dann Trachyte und Andesite, sowie phonolithische Gangbildungen und endlich große Ströme von Basalt; in postpliocäner Zeit hatten dann noch die bis in das Gebiet der Gänge von Pontgibaud reichenden jüngsten basaltischen Strombildungen statt.[4]) Lodin hält es für wahrscheinlich, daß sich die Erzgänge im Zusammenhang mit den rhyolithischen Ergüssen gebildet haben; sie wären demnach älter als die meisten tertiären Eruptivgesteine.

Man unterscheidet innerhalb des langgestreckten Ganggebietes von Norden nach Süden mehrere Hauptganggruppen, von denen die von Pranal eine der wichtigsten ist. Die einzelnen Gänge sind in der Regel weniger als 1 m mächtig; zu Roure bildet der Trümerkomplex des Ganges Virginie ein 30 m breites und 150—200 m langes Stockwerk. Die Ausfüllung der Gänge besteht

---

[1]) Fuchs et de Launay, II, 513.

[2]) Étude sur le gisement de la Caunette; Ann. d. Mines (9), XI, 1897, 597—636.

[3]) Guényveau, Sur les mines anciennement exploitées auprès de Pont-Gibaut; Ann. d. Mines (1), VII, 1822, 161—192. — Rivot et Zeppenfeld, Description des gîtes métallifères, de la préparation mécanique et du traitement métallurgique des minerais de plomb argentifères de Pontgibaud; ebenda (4), XVIII, 1850, 137—257, 361 bis 446. — Lodin, Étude sur les gîtes métallifères de Pontgibaud; ebenda (9), I, 1892, 389—505.

[4]) Siehe u. a. Michel-Lévy, Massif du Mont-Dore, chaine des Puys et Limagne; Guide géologique des excursions du VIII. Congr. géol. intern., 1900, XIV.



aus Quarz, Schwerspat, Bleiglanz, Pyrit, wechselnden Mengen von Blende und zuweilen auch Bournonit und Fahlerz; Kalkspat scheint selten zu sein. Die Verwitterung reicht bis zu Teufen von 80 m; mit atmosphärischen Einflüssen hängt die reichere Silberführung der Gänge in den höheren Teufen zusammen; sie betrug z. B. auf der Grube Brousse im Ausstriche 0,6 %, in Teufen von 40—60 m 0,5 %, in 80—100 m 0,4 %, in 180 m nur noch 0,35 % und endlich in 240 m Tiefe 0,15 % des gewonnenen Bleies. Die allgemeinen ganggeologischen Verhältnisse des Gebietes sind sehr ausführlich von Lodin beschrieben worden.[1])

Die Begründung des Bergbaues von Pontgibaud ist spätestens im Jahre 1554 erfolgt; er war am ergiebigsten von 1863—1879, ist aber in den letzten Jahren völlig zum Erliegen gekommen.

Von den Erzgängen und den damit zusammenhängenden, in den Schichten des Rhät und im untersten Lias auftretenden lagerförmigen Ausbreitungen von Chalcedon, Flußspat und Schwerspat, Pyrit und Bleiglanz in der Gegend von Avallon im nordöstlichen Teile des französchen Zentralplateaus war schon früher (S. 436—437) ausführlich die Rede. Sie haben ein gewisses wissenschaftlich-historisches Interesse, weil v. Beust, der ihre große Ähnlichkeit mit den Gängen der barytischen Bleiformation Freibergs bemerkte, im Gegensatz zu der bis dahin noch vielfach geglaubten Annahme Werners aus diesem Vorkommen den Schluß zog, daß die Erzgänge nicht aus abwärts gerichteten, sondern thermalen aufwärts steigenden Lösungen entstanden seien. Die in den Departements Drôme, Ardèche, Gard und Hérault längs des Südostrandes des Zentralplateaus verbreiteten, in verschiedenen Horizonten der Juraformation auftretenden Blei- und Zinkerze, letztere hauptsächlich als Galmei, sind manchmal gleichfalls von Schwerspat begleitet und stehen ebenso wie die Galmeilagerstätten von Bleymard oder die Bleierzvorkommnisse von Avallon mit größerer oder geringerer Sicherheit im Zusammenhang mit barytischen Bleierzgängen; die wichtigsten darunter sind die späterhin unter den metasomatischen Lagerstätten zu beschreibenden Galmeibergbaue von Malines, sowie von Merglon.

Nur ein gewisses historisches Interesse hat der seit 1814 aufgegebene Bergbau von Pesey[2]) in der Tarantaise (Savoien), 20 km oberhalb Montiers im Isèretal. Die Lagerstätte soll in den oberen Teufen 7 m mächtig und parallel den Schiefern gelagert gewesen sein. Der Silbergehalt des Bleiglanzes war nur gering. Die Grube von Pesey wurde 1714 gegründet, 1792 nach der Eroberung Savoiens Staatseigentum und mit solchem Eifer abgebaut, daß man dort sogar eine Bergschule gründete. Im Jahre 1814 war sie erschöpft.

Der silberführende Quarz- und Bleiglanzgang des Grand Clos am Flüßchen Romanche im Departement Isère setzt im Gneis auf und ist bemerkenswert, weil er sich über eine vertikale Erstreckung von 800 m am Berggehänge aufgeschlossen zeigt, ohne innerhalb der Niveauunterschiede seine Beschaffenheit zu ändern.[3]) Auch möge hier der aufgelassenen Kupfer-, Silber- und Bleigruben von Giromagny[4]) am Südende der Vogesen, nördlich von Belfort gedacht sein; sie bauten auf Gängen von silberhaltigem Bleiglanz und gelegentlichem Kupferkies und Fahlerz. Frankreich hat im Jahre 1902 insgesamt 22600 t Bleierz und 58400 t Zinkerz im Werte von 2 Millionen bezw. 3200000

[1]) Eine Übersetzung der betreffenden Abschnitte findet sich in Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 310—319.

[2]) Lelivec, Statistique des mines et usines du département du Mont-Blanc; Journ. d. Min., XX, 1806, 407—500, bes. 419—424. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 520.

[3]) Daubrée, Les eaux souterraines aux époques anciennes, 1887, 65.

[4]) Guillot-Duhamel, Rapport sur les mines de Giromagny; Journ. des mines, An VI (1797—98), 213—314. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 782.



Mark erzeugt. Für beide stehen die Mengen und Werte nicht unerheblich gegen den Durchschnitt der letzten beiden Jahrzehnte zurück.

An vielen Orten Großbritanniens ist, teilweise schon in der Römerzeit, Bleibergbau umgegangen; jetzt ist die Bleiproduktion sowohl aus den metasomatischen, an Kohlenkalk gebundenen Lagerstätten von Northumberland, Durham, Cumberland und Westmoreland wie aus den Bleierzgängen nur unbedeutend. Wegen der großenteils der Geschichte angehörenden britischen Bleierzbergbaue sei auf Phillips und Louis' ausführliche Darstellungen verwiesen und hier nur eine kleine Anzahl noch jetzt tätiger Grubenbezirke erwähnt. Die Bleiproduktion Großbritanniens betrug 1901 nur 20355, die Zinkproduktion nur 8553 metr. Tonnen.

Die Bleierzgruben von Foxdale und Laxey auf der schottischen Insel **Isle of Man**[1]) liegen in der Nähe der beiden Granitstöcke, welche silurische und karbonische Schichten durchbrochen und umgewandelt haben. Außerdem durchziehen Gänge von Porphyr, diabas- und melaphyrartigen Gesteinen[2]) die Insel. Laxey liegt nahe der nördlichen, Foxdale an der südlichen Granitmasse. Es sind die wichtigsten unter einer Anzahl von Gruben, welche die zahlreichen Gänge bebaut haben. Die Gänge von Laxey, deren bedeutendster mit Unterbrechungen gegen 6,5 km weit erschlossen worden ist, setzen in silurischen Schiefern auf, während zu Foxdale die bis zu 500 m tiefen Baue in 150—180 m Teufe den Granit erreicht haben. Der Hauptgang von Foxdale wird bis zu 40 Fuß mächtig, dürfte also wohl ein zusammengesetzter sein; seine Füllung besteht aus silberhaltigem Bleiglanz, untergeordnetem silberhaltigen Fahlerz und spärlichem Schwefelkies neben Eisenspat und Quarz; bemerkenswert ist das Vorkommen von prächtigen Pseudomorphosen von Eisenspat nach Flußspat. Auch Federerz wird angetroffen. Eine Merkwürdigkeit des Hauptganges von Foxdale bestand in dem Hervorbrechen von massenhafter Kohlensäure aus dem Nebengestein, welche den Grubenbetrieb erheblich erschwerte. Auf der Laxey-Grube führen die Lagerstätten nicht unbeträchtliche Mengen von Zinkblende und Kupferkies. Andere Gänge auf der Isle of Man waren die von Snaefell bei Laxey, die von Bradda Head, wo ehedem Kupfer gewonnen wurde, und von Ballacorkish, wo schöne Stufen von Weißbleierz und Pyromorphit vorkamen, letzere beiden Gruben im Süden der Insel. Im Jahre 1894 betrug die Gesamtförderung der Gruben von Isle of Man 2579 t Zinkerz und 5624 t Bleierz, letzteres mit 4134 t Blei- und 3460 kg Silbergehalt.

Die ehedem sehr ergiebigen Erzgänge von **Cardiganshire** und **Montgomeryshire**[3]) in Wales treten in einer 60—70 km langen, 8—35 km breiten Zone recht mannigfacher kambrischer Tonschiefer, Konglomerate und Sandsteine auf. Sie lassen sich in sechs Gruppen zusammenfassen, die teilweise durch

[1]) Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 304—306.

[2]) Hobson, On the igneous rocks of the Isle of Man; Quart. Journ., XLVII, 1891, 432—450.

[3]) Smyth, On the mining district of Cardiganshire and Montgomeryshire; Mem. Geol. Surv., II, part. II, 1848, 655; citiert von Philipps and Louis, Ore deposits, 287—292.



gewisse mineralogische Eigentümlichkeiten der Gangfüllungen voneinander verschieden sind. Sie streichen fast alle ONO.—WSW. und fallen 60—80° gegen Süden ein. Es sind zusammengesetzte Gänge, sehr häufig mit Breccienstruktur und teilweise bis über 6 m mächtig. Quarz bildet die Hauptmasse der Füllung, Kalkspat ist untergeordnet und Flußspat fehlt gänzlich. Der Silbergehalt des häufig gut kristallisierten Bleiglanzes wechselt sehr, in dem reichsten Gangdistrikt, dem sogen. „Welsh Potosi“ erreichte er fast 0,1%; Zinkblende ist stets vorhanden und überwiegt häufig den Bleiglanz; die Menge von Pyrit und Kupferkies auf den verschiedenen Gruben ist eine schwankende. Fünf von den Gangzügen haben den Charakter der quarzigen Bleiformation, auf dem sechsten bricht auch Schwerspat und Witherit ein. Eruptivgesteine fehlen in dem Gebiete ganz. Der ehedem in hoher Blüte stehende Bergwerksdistrikt ist jetzt ganz bedeutungslos geworden. Die wichtigste Grube in Cardiganshire, die Fron Goch bei Devil's Bridge, produzierte 1894 2600 t Blende; kaum nennenswert war die Förderung der Van Mine[1]) in Montgomeryshire, jetzt der einzigen Bleigrube der Grafschaft.

Das südliche Spanien, zwischen dem Cabo de Gata und Cartagena[2]) ist außerordentlich reich an Eruptivgesteinen und an Blei- und Silberlagerstätten. Teils setzen diese letzteren in kristallinen Schiefern, teils in Kalksteinen auf, wie die später zu besprechenden wichtigen metasomatischen Lagerstätten bei Cartagena, einige sind an die Eruptivgesteine selbst gebunden, wie die Erzgänge am Cabo de Gata und von Mazarron. Die hauptsächlichsten Gänge des **Cabo de Gata** liegen nordöstlich der Landspitze bei Rodalguilar, wo Dacite und Augithypersthenandesite anstehen, und am Sabinar im Südwesten. Man kennt in der Sierra del Cabo 26 Erzgänge, von denen 19 nordöstliches Streichen, d. h. parallel zu dem Verlaufe der Küste und der dieselbe begleitenden tertiären Eruptivzonen zeigen. Man förderte im Jahre 1896 1840 t Bleiglanz und Bleikarbonat.[3]) Wichtiger sind die Bleierzgänge von **Mazarron**[4]) in der Sierra de Almenara, westlich von Cartagena. Ihr Nebengestein ist nach Osann Dacit, der dort Kalke und Tonschiefer durchbricht; die wichtigste gangführende Dacitmasse ist die Cabeza de San Cristobal. Das Gestein ist durch die Verwitterung der Erzgänge stets stark zersetzt und vollständig in weiche, tonige, durch Schwefelsäurebildung alaunsteinartig gewordene Massen umgewandelt. Der ganze Gangdistrikt in der Gegend von Mazarron hat 15 km Länge und 4—5 km Breite, indessen sind nur die Gänge bei Mazarron selbst von Bedeutung. Sie streichen in den beiden Richtungen N.—S. und O.—W., fallen unter 50 bis 60° ein und sind höchstens 400 m weit im Streichen zu verfolgen. Die

[1]) Le Neve Foster, Notes on the Van Mine; Transact. Roy. Geol. Soc. of Cornwall, LXVI. Ann. Rep., 1879, 36—37. — Siehe auch S. 565.

[2]) Osann, Beiträge zur Kenntnis der Eruptivgesteine des Cabo de Gata (Prov. Almeria); Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLI, 1889, 297—311; XLIII, 1891, 688—722. — Ders., Über den geologischen Bau des Cabo de Gata; ebenda 323—345.

[3]) Pié y Allué, Annuario de la Mineria, Metalurgia y Electricidad de España, 1896; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 28.

[4]) Pernollet, Sur les mines et les fonderies du midi de l'Espagne; Ann. d. mines (4), IX, 1846, 35—104. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 557—558, Lit. — Der Bleibergbau zu Mazarron in Spanien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LII, 1893, 7—8, nach Jungner in Jern. Kont. Ann., 1892, 114.



Gänge werden durchschnittlich nicht mächtiger als 0,6—0,7 m. Weißbleierz reicht bis zur Teufe von ungefähr 100 m; darunter besteht die Füllung aus silberhaltigem Bleiglanz, Zinkblende, auch diese mitunter in bauwürdiger Menge, aus Schwefelkies, Kalkspat und Eisenspat. Der Blei-Silbererzbergbau von Mazarron wurde schon von den Römern und Mauren betrieben, welche bis zu Teufen von 300 m vorgedrungen sein sollen, wohl zumeist aber in den oberen Teufen bis zu 60 oder 80 m sich bewegt haben.

Der Bleierzdistrikt von **Linares** und **La Carolina-Sta. Elena**[1]) in der Provinz Jaén ist einer der wichtigsten der Erde; zu einer Weltproduktion (1902) von 927000 t Blei, an der Spanien hinter den Vereinigten Staaten (254489 t) an erster Stelle mit 177560 t beteiligt ist — im Jahre 1898 standen sich beide Staaten mit ungefähr 200000 t beinahe gleich — mag die Landschaft Murcia allein 70000 t beigetragen haben, wovon $^3/_4$ auf Linares, der Rest auf Carolina entfallen. Das Ganggebiet liegt südlich der Sierra Morena auf einem unfruchtbaren, wasserarmen Hochlande. Das wichtigste Gestein darin ist Granit, der zugleich das hauptsächlichste Nebengestein der Gänge bildet; in größerer Ausdehnung ruht er zwischen Linares und den beiden 18—25 km in nördlicher Richtung davon entfernten Grubenorten La Carolina und Sta. Elena unter einer etwa 300 m mächtigen Überdeckung von vielleicht cambrischen Grauwacken und Schiefern, tritt aber in den Grubenfeldern selbst in teilweise bedeutenderen Massen zutage. Gegen die Sierra Morena zu legen sich silurische Schiefer und Quarzite an; die Trias, ein roter Sandstein mit Tonen und Conglomeraten, hat in dem Gebiete nur eine geringe Bedeutung. Bei Linares treten die meisten Gänge im Granit auf, setzen aber auch, nach Caron, ohne merkliche Veränderungen zu erleiden, da und dort bis in das paläozoische Deckgebirge hinein. Die Trias blieb von der Erzgangbildung unberührt. Viel häufiger ist scheinbar ein Wechsel des Nebengesteins in den nördlichen Grubenfeldern bei La Carolina, wo eine ganze Anzahl von Granitkuppen aus den Schiefern hervortritt und samt diesen von den Gängen durchschnitten wird.

Der eigentliche Grubendistrikt von Linares ist 9 km breit und 12 km lang. Man kennt etwa 40 großenteils nordöstlich, seltener östlich streichende Gänge; diejenigen der ersteren Streichrichtung sind die reichsten und wie der Gang La Cruz oder der große Hauptgang Arrayanes auf 4000 m, der Alamillos auf 6000 m Ausdehnung bekannt. Längen von über 1000 m sind häufig. Die Mächtigkeit schwankt von wenig Zentimetern bis zu 8 m, wobei zu bemerken

[1]) Caron, Bericht über eine Instruktionsreise nach Spanien im Jahre 1878; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXVIII, 1880, 119—125. — Mesa y Alvarez, Memoria sobra la zona minera Linâres-La Carolina; Revista Minera, Madrid 1890. — Wittelsbach, Fragen und Anregungen, die sich an das Auftreten der Erze im Gangrevier La Carolina-Sta. Elena knüpfen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 5—12. — Mackay-Heriot, The Linares lead mining industry of Spain; Eng Min. Journ., LXXIII, 1902, 68—69. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 526—546. — Chalon, Contribution à l'étude des filons de galène de Linarès (Espagne); Rev. univ. d. mines (4), III, 1903, 282—318. — Der Bleiglanzbergbau bei Linares-La Carolina in Spanien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXIII, 1904, 221—225.

ist, daß die Gänge sehr zur Zertrümerung neigen. Ihr Einfallen ist ein steiles. Haupterz ist Bleiglanz, der häufig in derben Massen von größerer Mächtigkeit einbricht und die ganze Gangspalte erfüllen kann; er enthält an Silber 0,012 bis 0,015 % des Bleigehalts. Sehr wenig Zinkblende und ganz geringe Mengen Schwefelkies begleiten den Bleiglanz. Zersetzter Granit und Quarz nehmen einen wesentlichen Anteil an der Gangfüllung, Dolomit, spärlicher Schwerspat und Eisenspat sind weitere Gangarten. Auf der La Cruz-Grube hat man in früheren Zeiten bis zu 100 m Tiefe fast nur sekundäre Kupfererze abgebaut und seit der Mitte des XVII. Jahrhundert bestand bis 1846 zu Linares auch Kupferhüttenbetrieb, der insgesamt 106000 t Kupfer produziert haben soll. Bis zur Teufe von 80 m reicht die Zone der sekundären Erze, wie Cerussit und Linarit. Die wichtigste Grube von Linares ist Arrayanes; sie baut auf edlen Bleiglanzmitteln von 100—200 m Länge und 1 m durchschnittlicher Mächtigkeit. Diese gehört dem Staat, der sie 1749 übernahm und 1867 an eine englische Gesellschaft verpachtete, welcher eine größere Zahl mehr oder weniger reicher Gruben zu Linares gehört. Die ersten Anfänge des Bleierzbergbaues werden auf die Phönizier, Karthager und Römer zurückgeführt, nach denen er auch durch die Mauren weiter betrieben wurde. Der tiefste Schacht von Linares ist 525 m tief.

Der Distrikt von La Carolina und Sta. Elena ist bergiger als das Hochland von Linares; er zeigt zweierlei aufeinander senkrechte Gangrichtungen. Die reicheren und allein wichtigen Gänge streichen NW.—SO. bis WNW.—OSO. Sie durchsetzen Schiefer und Granit und sind bald hier, bald dort erzführend. Dieses ganz verschiedenartige Verhalten läßt sich an unmittelbar benachbarten Gängen beobachten. Die Gangfüllung besteht aus Bleiglanz, Quarz und Schwerspat samt Bruchstücken des Nebengesteins; Kupfer- und Schwefelkies sind ziemlich häufig, Zinkblende selten. Der Quarz ist der Erzführung günstiger als der Schwerspat.

Der Silbergehalt des Bleiglanzes ist zu La Carolina-Sta. Elena wesentlich höher als zu Linares; er beträgt auf der Grube San Gabriel, deren Erzreichtum an granitisches Nebengestein gebunden ist, 0,06—0,1 % im Erz von 75—80 % Bleigehalt. Bemerkenswert ist, daß der Silbergehalt der Erze mit wachsender Teufe abnimmt, so daß der Gedanke an eine sekundäre Erzveredelung naheliegt.

Eine größere Anzahl von Bleierzgruben ist in der Provinz Ciudad Real tätig, deren Produktion im Jahre 1900 über 31000 t silberhaltiges Bleierz betragen hat. Das wichtigste Vorkommen ist dasjenige von **Horcajo**[1]) in der Sierra de la Alcudia, südöstlich von Almadén. Die Gänge setzen in Schiefern auf, denen silurisches Alter zugeschrieben wird, und führen fast keine Zinkblende, kaum Pyrit und keinen Schwerspat; Quarz ist beinahe ausschließliche Gangart, Kalkspat selten. Bis zu größerer Teufe fand sich Weiß- und Grünbleierz. Der Silbergehalt soll 0,4—0,5 % der Bleiführung betragen. Andere, weniger wichtige, gleichfalls in „silurischen" Schiefern und Quarziten aufsetzende silberreiche Bleierzgänge sind diejenigen von La Romana, Almagro in der Sierra Morena, Castuera und Peñarroya in der Provinz Córdoba und Azuaga und Berlanga in Badajoz. Nach der Größe ihrer Förderung bildeten die wichtigeren

[1]) Fuchs et de Launay, l. c. 547—548.



bleierzproduzierenden Provinzen Spaniens im Jahre 1900 folgende Reihe: Murcia, Jaén, Ciudad Real, Almería, Badajoz, Córdoba.

Bei den Ortschaften Nagolnoe und **Nagolschick** im russischen Donetzbecken wurde im Jahre 1889 eine große Anzahl von Blei-Zinkerzgängen entdeckt und alsbald in Abbau genommen. Sie setzen in Schieferton und Sandsteinen des unteren Carbon auf, scheinen größtenteils von verändertem Nebengesteinsmaterial erfüllt zu sein und führen neben Quarz und Carbonspäten silberreichen Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit, Kupferkies, Buntkupfererz, Galmei und etwas Hornsilber.[1]) Die neuerdings energischer in Angriff genommenen Zink-Bleierzgänge der Sadonschen Gruben und von Dunta bei **Alaghir**[2]) westlich von Wladikawkas im nördlichen Kaukasus setzen in jurassischen Tonschiefern und Granit auf und gehören der quarzigen Bleiformation an.

Die Erzgänge von **Svenningdal**[3]) in Vefsen im nördlichen Norwegen ($65^1/_2{}^0$ n. Br.) haben große Ähnlichkeit mit der Freiberger kiesigen Bleiformation. Das weitere Gebiet besteht aus den wegen ihrer Eisenglimmerschieferlager bemerkenswerten, wahrscheinlich cambrisch-silurischen Glimmerschiefern, Gneisen, Phylliten, Quarziten, Konglomeraten und bis zu 1000 m mächtigen Einlagerungen von Kalkstein- und Dolomitmarmor, die während der Auffaltung von Gabbro und Natrongranit durchbrochen wurden. In dem Ganggebiete streichen solche Gneise, Hornblendeglimmerschiefer und Kalksteine parallel einer 40 km langen, S.—N. gerichteten Granitintrusion. 15—20 parallele Gänge, die sich bis zu 350 m weit verfolgen lassen und durchschnittlich 0,1—0,25 m mächtig werden, verlaufen senkrecht zur Kontaktgrenze; sie sind fast nur auf die Schiefer und Kalke beschränkt und setzen nur auf kurze Entfernung in den Granit hinein; innerhalb der gelegentlichen Granitapophysen werden sie zertrümert und abgelenkt. Ihre Füllung besteht aus Quarz, Bleiglanz (mit 0,2 bis $0,8^0/_0$ Silber), silberhaltigem Antimonfahlerz, seltenem Rotgiltigerz, Zinkblende, Arsenkies, Schwefelkies, Magnetkies, Kupferkies, Antimonglanz und vielleicht auch Silberglanz und Bournonit. Sekundäre Erze sind in den Ausstrichen nur untergeordnet vorhanden. Karbonspäte und Schwerspat sind seltene Erscheinungen auf diesen Gängen. Die Erze besitzen einen kleinen Goldgehalt. Der Bergbau zu Svenningdal wurde im Jahre 1877 begonnen und ist seit 1900 sozusagen ganz eingestellt; man produzierte im ganzen 16650 kg Silber.

Zu den wichtigsten Bleierzlagerstätten der Vereinigten Staaten gehören die seit fast 20 Jahren bekannten Bleierz-Sideritgänge bei Warden und Wallace in den **Coeur d'Alêne**-Bergen[4]) im nördlichen Idaho. Der ungefähr

[1]) Sokolow und Tschernyschew, Guide des excursions du VII. Congrès géologique international, 1897, XV, 25—26. — Neue Funde von silberhaltigen Blei- und Zinkerzen in Südrußland; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LI, 1892, 300—301, nach Ljadoff, im russ. Berg- u. Hütt.-Journ., 1892, No. 13. — Nouveaux gisements de minerai de plomb dans le midi de la Russie; Rev. univ. d. Mines, XXI, 1893, 332—333.

[2]) Krusch, Über neuere Aufschlüsse in den nordkaukasischen Blei-Zinkerzlagerstätten; Ztschr. f. pr. Geol., 1899, 47—49, nach Strishoff, Echo des Mines et d. l. Metall., 1898.

[3]) Vogt, Söndre Helgeland; Norg. Geol. Undersög., No. 29, 1900, 113—149. — Ders., Das Bleiglanz-Silbererz-Gangfeld von Svenningdal im nördlichen Norwegen; Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 2—8. — Ders., Norske Ertsforekomster, 1. Reihe, 1887, IV, 117—130.

[4]) Lindgren, Metasomatic processes in fissure-veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, bes. 680—682. — Finlay, The mining industry of the Coeur d'Alêne, Idaho; ebenda, XXXIII, 1903, 235—271. — Siehe auch Lindgren, A geological

35 km lange und 15 km breite Grubendistrikt liegt an einem Nebenflusse des Spokane River, der selbst ein linker Zufluß des Columbia-Stromes ist; die Coeur d'Alêne-Berge bilden die nördlichsten, bis 1800 m hohen Ausläufer der Bitterroot Range, nordwestlich von Butte, unmittelbar nahe der Grenze des Staates gegen Montana. Das Bergland ist ein aus alten, vielleicht algonkischen, gefalteten Tonschiefern, Grauwacken und Quarziten gebildetes, von tiefen Tälern durchschnittenes Plateau. Durch die letzteren sind die zahlreichen Erzgänge in den verschiedensten Niveaus aufgeschlossen. Von Eruptivgesteinen hat nur ein mächtiger Syenitstock Bedeutung, der sein Nebengestein kontaktmetamorph veränderte; ein Teil der Erzgänge liegt in seiner unmittelbaren Nähe, manche treten in ihm auf. Außerdem wird das Gebiet von einer großen Zahl basischer Eruptivgänge durchkreuzt, welche nach Finlay zumeist als Basalte zu bezeichnen wären. Sie durchschneiden mitunter die Erzgänge, ohne daß deren Mineralführung eine besondere Veränderung erleiden soll, der Hecla-Gang aber schleppt sich in seiner ganzen Länge mit einem solchen Gesteinsgang und ist jünger als dieser.

Die Gänge liegen auf Verwerfern und scheinen wenigstens teilweise zusammengesetzte zu sein; so enthält einer der wichtigsten, der Bunker Hill Lode bei Wardner, mehr oder weniger große Massen von chemisch und mechanisch verändertem, geschiefertem Nebengesteinsmaterial am liegenden Salbande, darauf folgt eine mächtigere erzreiche Füllung und hierauf gegen das Hangende zu eine 30—90 m breite, mit Erz durchtrümerte Zerrüttungszone. Das quarzitische Nebengestein ist infolge einer innigen Durchwachsung mit Quarz, Eisenspat und Erzen, welche nach Lindgren sich bis zur tatsächlichen Umwandlung unter teilweiser Verdrängung des Nebengesteinsquarzes steigert, verändert. Die Mineralführung der Gänge besteht aus silberhaltigem Bleiglanz und massenhaftem Siderit nebst Quarz, Zinkblende und Pyrit, untergeordnetem Kupferkies und Schwerspat; im Ausstrich findet sich u. a. gediegen Silber. Der Silbergehalt beträgt, auf den reinen Bleiglanz bezogen, 0,07—0,6 % und wechselt auf demselben Gange sowohl im Streichen wie im Fallen; im Durchschnitt enthält die Erzförderung 10 % Blei und 0,02 % Silber. Der Bunker Hill Lode war schon im Jahre 1902 1800 m weit bekannt und in Abbau genommen worden; man hat aus ihm bis 1902 gegen 75 Millionen Mark Metallwert gewonnen. Ein anderer mächtiger Gang ist der Mammoth-Standard-Gang, der bis 1902 für fast 50 Mill. Mark Blei und Silber geliefert hat und ein 1,5—15 m mächtiges Erzmittel führt. Er gehört dem Canyon Creek-Gangsystem bei Wallace an, auf welchem u. a. die Gruben Helena-Frisco, Tiger-Poorman und Mammoth-Standard arbeiten und das bis zum gleichen Jahre insgesamt für 180 Millionen Mark Erze ergab.

Die **Hornsilver-Mine**[1]) bei Frisco am Südende der San Francisco Mountains im südwestlichen Utah baut auf einem Gang, der einen Verwerfer zwischen

reconnaissance across the Bitterroot Range and Clearwater Mountains in Montana and Idaho; U. St. Geol. Surv., Prof. Pap., No. 27, 1904.

[1]) Emmons, The Delamar and the Horn-Silver-Mines: two types of ore-deposits in the deserts of Nevada and Utah; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, bes. 675—683. — Reyer, Blei- und Silberproduktion von Utah und Bleiproduktion der



einem Kalkstein unbekannten Alters im Liegenden und einem Andesit im Hangenden erfüllt. Nach Norden zu hat eine Monzonitmasse den Kalkstein durchbrochen und unter Bildung von Tremolit, Granat und Ansiedelung einiger Kontaktlagerstätten von Blei-, Kupfer- und Zinkerzen kontaktmetamorph verändert; auch er ist von der Verwerfung gegen den Andesit abgeschnitten. Die wichtigere gangförmige Lagerstätte hat, soweit bekannt, den Kalkstein zum Liegenden und ist längs dieses 270 m weit aufgeschlossen worden. Sie stellt eine nach oben zu sich erweiternde Zerrüttungszone dar, deren Erzführung als ein gutes Beispiel für die sekundäre Veredelung der oberen Teufen gelten kann. Es fanden sich bis zu etwa 18 m mächtige Anhäufungen von Anglesit und Massen von Schwerspat mit einem hohen Gehalt an Chlorsilber und Rotgiltigerz, teilweise verunreinigt mit viel Quarz. Solche Erze führten bis zu 0,6 % Silber. In größerer Teufe stellte sich ein merklicher Arsen-, Antimon- und Zinkgehalt ein; der letztere war an Zinkspat und Kieselzinkerz gebunden und immer noch von Schwerspat begleitet. In der Tiefe von 150 m enthält das Erz neben 20 % Gangart 40 % Zink in Form jener sekundären Erze und nur mehr 0,02 % Silber. In 200 m Teufe bricht reicher Kupferglanz mit Bleiglanz als eine 30 m hohe, 0,6—1,5 m dicke und bis zu 60 m lange Zone ein, die weiter unten wieder verschwindet. Zuletzt hatte sie den Hauptreichtum der Grube bedingt, die so von einer Silber-Bleigrube zur Kupfermine geworden war. Kupfer- und Zinkvitriol sind auch in den tieferen Sohlen des wasserarmen Bergbaues noch recht verbreitet; sie finden sich mindestens bis zu 330 m Teufe. Die Hornsilver-Grube wurde 1879 eröffnet, als man 1875 reiche Silbererze 3 m unter der Oberfläche entdeckt hatte. Bis 1885 hatte sie schon 200000 t Erz im Werte von über 55 Mill. Mark gefördert. Von da an ist sie unbedeutend geworden, nachdem die reichen Erzzonen erschöpft waren.

Von hoher Bedeutung für die Entwickelung Utahs waren die Ende der 1870er Jahre eröffneten Minen in der Umgebung von **Bingham,**[1]) 19 km südlich von Salt Lake City; sie liegen weitere 21 km südwestlich von ersterer Stadt im O'Quirrh- und nach Südosten zu im Wasatch-Gebirge. Beide Gegenden sind von tiefen Schluchten durchrissen und zeigen einen sämtliche Formationen des Paläozoikums umfassenden Schichtenaufbau, an dem die für die Erzlagerstätten allein wichtigen karbonischen Kalksteine und Quarzite mit 2000 m Mächtigkeit beteiligt sind. Die Schichten sind stark gestört und durchbrochen von Gängen von Porphyr und Massen von Granit. Die Erzgänge im O'Quirrh-Gebirge (der Revere-, Old Telegraph-, Spanish- und Jordan-Mine) setzen z. T. in dem von Kohlenkalk überlagerten Quarzit auf und scheinen zusammengesetzte zu sein. Ihre Füllung entspricht wenigstens teilweise der quarzigen Bleiformation und zeigte unter dem Ausstrich Chlorsilber, Weißbleierz, Anglesit und Grünbleierz; der Silbergehalt dieser sekundären Zone war 0,05, derjenige des darunter einbrechenden Bleiglanzes 0,12 %. Die hauptsächlichste Bedeutung für die Gegend von Bingham hat jetzt die metasomatische Kupfererzlagerstätte von High-land Boy, welche das meiste Kupfer im Staate Utah liefert. Es mögen hier

Ver. Staaten; Berg- und Hüttenm. Ztg., XLIV, 1885, 77—80, 85—89, bes. 88—89. — Ochsenius, Geologisches und Montanistisches aus Utah; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIV, 1882, 288—372, bes. 336—339.

[1]) Reyer, l. c. — Ochsenius, l. c., bes. 312—330. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 563—567. — Kemp, Ore deposits, 274. — Boutwell, Ore deposits of Bingham, Utah; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 213, 1902, 105—122.



auch die früher sehr erträgnisreichen metasomatischen Lagerstätten im Wasatch Gebirge erwähnt werden; die wichtigste Bleisilbergrube dieser Gegend war die Emma-Mine[1]) am Little Cottonwood Canyon. Die bis zu 80 m mächtige Lagerstättenzone lag zwischen karbonischem Kalk ungefähr parallel dessen Schichtung unter 45° einfallend und enthielt, offenbar durch Verwitterung veredelt, bis zu 0,5 % Silber. Die Geschichte dieser Grube ist bezeichnend für das damalige Bergwerkswesen in den westlichen Territorien: „Das Erz war nach seiner Entdeckung nach Swansea (England) geschickt worden und hatte 600 Frs. Silberwert in der Tonne gegeben. Die Hälfte der Grube wurde dann um 15000 Frs. von einem der Besitzer zum Kauf angeboten und fand keinen Käufer. Einige Monate später, im Mai 1870, wurde $^1/_6$ mit 150000 Frs. bezahlt und im Jahre darauf die Hälfte der Grube für 3750000 Frs. an New-Yorker Kapitalisten verkauft; im Beginn 1872 war die ganze Grube mit 25 Mill. Frs. Aktienkapital bei der Londoner Börse eingeführt, davon die Hälfte bei den Käufern untergebracht. Sechs weitere Monate später war sie ersoffen und verloren." (Fuchs und de Launay.)

Der bemerkenswerteste Bleierzbergbau Australiens ist jetzt neben Broken Hill derjenige bei **Zeehan** und Dundas im westlichen Tasmanien. Im Gebiet von Zeehan[2]) herrschen steil aufgerichtete und insbesondere in den Grubenfeldern selbst teilweise sehr stark gestörte Konglomerate (z. T. als Puddingsteine), Sandsteine und Tonschiefer nebst Melaphyrdecken und Melaphyrtuffen,[3]) welche in Tonschiefer übergehen und mit solchem wechsellagern. Alle sind untersilurischen Alters. Nur ganz untergeordnet sind in dem Ganggebiete selbst Gabbros, Peridotite und Serpentine vertreten, die ebenso wie noch jüngere Granite in der Umgebung eine große Bedeutung besitzen. Mit den Graniten verwandte Ganggesteine sind da und dort in den Gruben angefahren worden. Die Lagerstätten treten sowohl in den Schiefern, Sandsteinen und Konglomeraten auf, als sie auch ganz besonders dicht geschart in den Melaphyren und Tuffen erscheinen. Basalt kommt bei Zeehan nur ganz untergeordnet vor. Das ganze große Gangfeld ist ein Komplex von Spalten und Verwerfungen. Die zahlreichen, vielfach sehr unregelmäßig verlaufenden, im ganzen zwischen N.—S. und NNW.—SSO. streichenden Erzgänge sind meistens echte Verwerfer, zusammengesetzte Gänge ohne oder mit

[1]) Raymond, Statistics of mines in the states and territories west of the Rocky Mountains, 1875, 336—339. — Davies, Metalliferous minerals and Mining, 1888, 103 bis 106. — Reyer, l. c. — Sewell, The Emma Mine, 1875.

[2]) Waller, Report on the Zeehan silver-lead mining field; Hobart 1904. — Haber, Die geschwefelten Erzvorkommen an der Westküste von Tasmania; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLVIII, 1900, 432—459, bes. 452—457.

[3]) Haber spricht von „mehr oder weniger mächtigen Bänken und Lagen eines gut geflaserten, meist deutlich stratifizierten Gesteins vulkanischen Ursprunges, welches örtlich gern Melaphyr genannt und hier, vorbehaltlich genauer petrographischer Bestimmung, als Olivin-Diabas-Tuff bezeichnet werden möge. Stellenweise finden sich auch Kalksteinlager. Sehr untergeordnet treten Lagen von schwarzem, mulmigem oder lettigem Stoff auf, wahrscheinlich herrührend von vulkanischen Aschen, örtlich gern mudstone (Schlammstein) genannt."

nur einem Salband; die hauptsächlichste Erzführung ist in der Regel auf ein Hauptgangtrum konzentriert. Bezüglich ihres Mineralcharakters lassen sich drei nur in ihrer extremsten Entwickelung scharf trennbare, im übrigen ineinander übergehende Typen unterscheiden:

1. Pyritgänge mit silberhaltigem Bleiglanz und oft großen Mengen von Blende. Eisenspat ist höchstens untergeordnet vorhanden.

2. Eisenspatgänge mit silberhaltigem Bleiglanz und mit wenig Blende und Pyrit oder ohne solche.

3. Silberhaltige Zinnkiesgänge mit Pyrit, Kupferkies, wenig Eisenmanganwolframit, Wismutglanz und kleinen Mengen von Bleiglanz und Eisenspat.

Diese Gänge werden in typischer Entwickelung von verschiedenen Gruben abgebaut; am wenigsten verbreitet sind die eigentlichen Zinnkiesgänge, deren man nur zwei auf der Oonahgrube ausgebeutet hat. Im übrigen stellen die meisten von den ergiebigsten Gängen des Zeehandistriktes Mischtypen zwischen den Pyrit- und Eisenspatgängen dar. Die Zinkblende ist dann besonders reichlich vorhanden, wenn der Pyrit vorwaltet. Von weiteren auf den Gängen einbrechenden Mineralien sind zu erwähnen: Kupferkies, der nur mitunter in abbauwürdiger Menge auftritt, Jamesonit und Antimonfahlerz, die gern den Bleiglanz und Spateisenstein begleiten, wenn mit diesen auch der Pyrit vorkommt. Quarz fehlt beinahe nie und tritt stellenweise sogar massenhaft auf, Kalkspat und Dolomit sind untergeordnet. Sehr selten finden sich Silberglanz und Pyrargyrit. Von großem Interesse ist das Auftreten des Zinnkieses; außer auf den eigentlichen Zinnkiesgängen, wo er mitunter von Bleiglanz und Eisenspat begleitet wird, kommt er in größerer Menge auch auf dem Clarke-Gang vor, der an sich ein Pyritgang mit gelegentlichen Bleiglanzmitteln ist; daraus ergibt sich nach Waller eine genetische Verwandtschaft zwischen den Zinnerz-, Pyrit- und Bleiglanzgängen. Ihre Entstehung wird von ihm mit der Intrusion des nordwestlich von Zeehan gelegenen Heemskirk-Granitmassivs in Zusammenhang gebracht, welches nahe den Comstock-Gruben im westlichen Teile des Ganggebiets ausgezeichnete Kontaktlagerstätten von Magnetit, Kupferkies, Blende, Pyrit und Bleiglanz erzeugt hat und selbst Zinnerzgänge führt. Die Beziehungen zwischen dem Zinnerzvorkommen in der Umgebung dieses tasmanischen Granites und sulfidischen Erzgängen wären nach Waller dann ganz ähnliche, wie sie Dalmer für das Erzgebirge wahrscheinlich gemacht hat. Waller erblickt ferner darin eine Analogie zwischen den Gängen von Zeehan und Freiberg, daß hier wie dort die kiesigen Bleierzgänge in solche mit vorwaltenden Karbonspäten (die edle Braunspatformation zu Freiberg) übergeht, wobei der Pyrit- und Blendegehalt abnimmt. Dieser Wechsel in der Beschaffenheit läßt sich zu Zeehan mit zunehmender Entfernung von dem Heemskirker Granitmassiv beobachten. Der Silbergehalt des Bleiglanzes schwankt sehr wesentlich; er beträgt auf den pyritischen Gängen im allgemeinen 0,8—3,1 kg, auf den sideritischen 5,5—6,2 kg pro Tonne Blei, also ähnlich wie auf den kiesigen und edlen Bleierzgängen zu Freiberg.

Viele Gänge tragen einen eisernen Hut mit Manganoxyden und einem mitunter mehrere Kilogramm in der Tonne erreichenden, übrigens sehr wechselnden Silbergehalt. Das Edelmetall ist bald ganz unsichtbar, bald in Kriställchen

von Chlorsilber oder als gediegen Silber vorhanden. Häufig ist Weißbleierz, seltener Bleivitriol und, wo die Gänge Serpentin durchsetzen, Rotbleierz (s. S. 554); innerhalb des Melaphyrs kommt mitunter Pyromorphit in großen Massen vor, was Waller aus dem Apatitgehalt dieses Gesteins erklärt. In den letzteren enthalten die Gänge oft auch weiße kaolinische, an Chlorsilber reiche Zersetzungsprodukte. Manchmal ist die Gangfüllung überhaupt vollständig weggelaugt. Eine sekundäre Veredelung der Sulfidzone unter dem eigentlichen eisernen Hute hat vielfach auch zu Zeehan Platz gegriffen, und es hat sich ferner allgemein gezeigt, daß der Reichtum der Erze gegen die Teufe zu abnimmt.

Eine besondere Erwähnung verdient noch der Zinnkiesgang der Grube Oonah. Zinnkies (Cu_2FeSnS_4) ist hier der hauptsächlichste Träger des Silbers, wovon er 2,8—4 kg in der Tonne enthält. In Erzen mit mindestens 8 % Zinn wird dieses Metall von den Abnehmern bezahlt. Der Zinnkies wird von massenhaftem Pyrit, etwas Kupferkies und gelegentlich ein wenig Bleiglanz, Fahlerz und Wismutglanz, sowie von sehr spärlichem Wolframit begleitet. Hauptgangart ist der Quarz, Eisenspat tritt nur ganz untergeordnet auf. Das Zinnmineral ist innig verwachsen mit Pyrit. Zinnerz, Flußspat, Turmalin, Topas, Apatit und andere für die gemeinen Zinnerzgänge charakteristische Mineralien scheinen auf dem Gange zu fehlen. Allein in den drei Jahren von 1901—1904 wurden 1227 t zinnhaltiges Erz gewonnen; eine größere Lieferung im Jahre 1903 enthielt u. a. folgende Bestandteile:

Ag	0,20 %	As	4,40 %	SiO_2	23,00 %
Cu	10,70 „	S	29,75 „	Sb	Spur
Sn	9,20 „	Al_2O_3	2,20 „	Bi	Spur.

Das Vorkommen des Zinnkieses in dem Ganggebiet von Zeehan erinnert sehr an das Auftreten der Zinnmineralien auf den Silbererzgängen von Bolivia, nur daß dort die besondere Art des Vorkommens von Zinn mit Sulfiden eine viel allgemeinere ist, als es hier selbst in einem immerhin vereinzelten Distrikte zu sein scheint. Daß vielleicht doch ein Zinngehalt in dem ganzen Grubenfelde von Zeehan, wenn auch nur untergeordnet, verbreitet ist, scheint durch bisherige Untersuchungen noch nicht widerlegt zu sein.

Die geologischen Verhältnisse des 10 km östlich von Zeehan gelegenen **Dundas**-Distriktes sind scheinbar nur sehr wenig untersucht, jedoch nach Haber[1]) offenbar recht verschieden von dem Ganggebiete von Zeehan. In ihm walten Schiefer und Sandsteine, welche von den am Mount Lyell[2]) so wichtigen Chloritschiefer (nach Haber Schalstein) untergeordnet durchlagert sind. Diese Sedimente werden von Gängen und Stöcken verschiedenartiger Eruptivgesteine durchbrochen, die Haber vorläufig als Granit, Diorit und Porphyr bezeichnet. Wichtig für die Lagerstättenbildung scheinen von „Dolomitmassen“ (Magnesit?) begleitete Serpentine zu sein, welche übrigens Nickelerze enthalten. Man baut auf der Curtin Davis-Grube einen wenig mächtigen Gang von Spateisenstein mit ziemlich silberreichem Kupferfahlerz, etwas Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz und ein wenig Wismutglanz ab; der letztere beeinträchtigt gleichwohl den Wert dieses Kupfererzes. Wegen des ausgezeichneten Vorkommens von Anglesit,

1) l. c. 450—452.

2) Siehe S. 317.

Weiß- und Rotbleierz sind die Comet-Bleierzgruben erwähnenswert. Die Erze: Bleiglanz, etwas Blende, Pyrit und Jamesonit mit Spateisenstein sollen dort in unregelmäßiger Weise an eine „Dolomit“masse im Kontakt mit Serpentin gebunden sein. Ihre intensive Verwitterung reicht bis zur Teufe von 60 m; in den sekundären Bleisalzen läßt sich etwas Silber und Gold nachweisen.

Eine zahllose Menge von Erzgängen ist im Altai[1]) bekannt geworden; von den etwa 800 Gruben haben sich aber schon frühzeitig nur 8 als mehr oder weniger bestandfähig erwiesen und unter diesen war die berühmteste diejenige von **Schlangenberg** (Smejinogorsk). Die früher abgebauten oberen Gangzonen führten neben mächtigen Massen von Schwerspat und Quarz sekundäre Blei-, Kupfer- und Zinkerze samt Freigold und Eisenocker und so reichliche edle Silbererze, daß die Lagerstätte als ein Schwerspat-Silberkupfererzgang aufgefaßt werden konnte. Dieser Silberreichtum ist indessen auch hier eine Folge sekundärer Vorgänge gewesen, denn die Lagerstätte ging in der Teufe von ungefähr 200 m, bis zu welcher zu v. Cottas Zeit der Bergbau vorgeschritten war, in eine solche von vorwiegendem Bleiglanz mit Zinkblende, Kupferkies und Schwefelkies über. Schlangenberg liegt in einem ungefähr 10 km breiten Tale zwischen den zwei granitischen Gebirgszügen von Koliwan im N. und Alei-loktew im S. Die Erzgänge des Gebietes durchsetzen unter- und mitteldevonische, von Spring zusammenfassend als Grauwacken bezeichnete Sedimente, welche untergeordnet auch Kalksteinlinsen führen. Quarzporphyr in verschiedenen Abstufungen der Kristallinität, ferner granitische Ganggesteine und als jüngste Intrusionen diabasähnliche Lamprophyre sind durch das Devongebiet verbreitet. Die letzteren sollen jünger als die Bleierzgänge sein und sie durchsetzen. Der Hauptgang von Schlangenberg streicht parallel der Grenze zwischen Devon und Granit; er hat sein liegendes Nebengestein tiefgehend verkieselt und in hornsteinartige Massen umgewandelt. Diese sind von Schwerspat durchtrümert und auch von Erzen imprägniert. Die silberreiche Imprägnationszone soll zu Tage bis 100 m mächtig gewesen sein, nahm aber nach der Teufe rasch ab. Schon zu v. Cottas Zeit waren die reichen sekundären Erze fast ganz abgebaut; mit dem Einbrechen der unzersetzten Sulfide kam der Bergbau zum Stillstand.

Die ersten bergmännischen Unternehmungen im Altai gingen von Demidow, dem bekannten Erschließer der uralischen Erzlagerstätten, aus und begannen 1723. Mit der Entdeckung der Edelmetalle im Jahre 1742 fiel der Bergbau an die Krone, der allein ihre Gewinnung zustand. Die Silberproduktion betrug alljährlich ungefähr 1000 Pud (= ca. 16500 kg).

Auch in den gleichfalls im südlichen Altai liegenden Zirianowskischen Gruben werden reiche Silbererze samt sekundären Blei-, Kupfer- und Zinkverbindungen abgebaut. Weitere nennenswerte Bleierzgruben im nordöstlichen Altai sind die von Salair; im Jahre 1891 gewann man dort 12791 t Bleierze mit nur 3296 kg Silbergehalt. Wegen des sonstigen wenig bedeutenden sibirischen Blei- und Silberbergbaues sei auf die Arbeit von Foniakoff verwiesen.

[1]) v. Cotta, Der Altai, sein geologischer Bau und seine Erzlagerstätten, 1871, Lit. — v. Helmersen, Reise nach dem Altai im Jahre 1834 ausgeführt; Beitr. z. Kenntn. d. russ. Reiches, XIV, 1848. — Spring, Zur Kenntnis der Erzlagerstätten von Smejinogorsk (Schlangenberg) und Umgebung im Altai; Ztschr. f. pr. Geol., 1905, 135—141; zitiert einige ältere und neuere russische Literatur. — Foniakoff, Les richesses minières de la Sibérie; Rev. univ. d. mines, bes. XXIX, 1895, 109—143, Lit.



6. Die Kupfererzgänge.[1])

Das wichtigste Kupfererz ist der **Kupferkies**, $CuFeS_2$, mit 34,52 Kupfer, 30,53 Eisen und 34,95 Schwefel. Er ist wohl in den allermeisten Fällen der Ausgangspunkt für die Entstehung folgender kupferreicherer Sulfide gewesen: **Buntkupfererz**, Cu_3FeS_3 (55,6 Cu, 16,4 Fe, 28,0 S); **Kupferglanz**, Cu_2S (79,85 Cu); **Kupferindig**, CuS (66,44 Cu). Ferner: **gediegen Kupfer**, **Rotkupfererz**, Cu_2O (88,8 Cu); **Tenorit** (79,85 Cu) samt dem erdigen **Melaconit**, beide CuO, ist ganz untergeordnet. Weniger wichtig als Kupferkies, indessen stellenweise z. T. in großen Massen auftretend, sind folgende Erze: **Kupferfahlerze**, sowohl Antimon- wie Arsenfahlerz (Tennantit) haben Kupfergehalte von 33—52 %, wie denn überhaupt Kupfer einen Bestandteil aller Fahlerze bildet; **Enargit** und **Luzonit**, Cu_3AsS_4 (48,31 Cu, 19,09 As, 32,60 S); **Famatinit**, Cu_3SbS_4, untergeordnet, desgleichen **Selenkupfer**, Cu_2Se; **Emplektit**, $CuBiS_2$, **Wolfsbergit** (Kupferantimonglanz), $CuSbS_2$, und andere seltene Sulfosalze des Kupfers. Wenig verbreitet ist auf Kupfererzgängen der **Bournonit**, $PbCuSbS_3$ (12,98 Cu, 42,38 Pb, 24,98 Sb, 19,66 S).

Außer den hinter Kupferkies genannten sind teilweise wichtige Umwandelungsprodukte: **Kupfermanganerz**, $2(MnO, CuO) . 2MnO_2 + 3H_2O$, mit etwa 15 Cu; **Kupferschwärze** (und Pelokonit), erdige, wasserhaltige Massen mit CuO, Mn_2O_3 und Fe_2O_3; **Ziegelerz** und **Kupferpecherz**, Gemenge von Rotkupfererz resp. Kieselkupfer mit Brauneisenerz; **Atakamit**, $Cu_2Cl[OH]_3$ (59,43 Cu, 16,64 Cl, 11,26 O, 12,67 H_2O); **Malachit**, $[CuOH]_2CO_3$ (71,90 CuO (57,45 Cu), 19,94 CO_2, 8,16 H_2O); **Kupferlasur**, $[CuOH]_2Cu[CO_3]_2$ (69,19 CuO (55,28 Cu), 25,58 CO_2, 5,23 H_2O); **Kupfervitriol**, $CuSO_4 . 5H_2O$; **Linarit**, $[(Pb, Cu)OH]_2SO_4$; **Libethenit**, $[CuOH]CuPO_4$; **Olivenit**, $[CuOH]CuAsO_4$; **Tagilit**, $[CuOH]CuPO_4 . H_2O$; **Phosphorochalcit** (Phosphorkupfer), $[CuOH]_3PO_4$; **Strahlerz**, $[CuOH]_3AsO_4$; **Ehlit**, $[CuOH]_4Cu[PO_4]_2 . H_2O$; **Tirolit**, ?$[CuOH]_4Cu[AsO_4]_2 . 7H_2O$; **Lirokonit** (Linsenerz), ungefähr $4CuO . Al_2O_3 . As_2O_5 + 12H_2O$; **Kieselkupfer**, $CuSiO_3 . 2H_2O$; **Dioptas**, H_2CuSiO_4.

Im folgenden sollen unterschieden werden:

A. Gänge mit primären Schwefel-, (Selen-), Arsen- und Antimonverbindungen des Kupfers.
   1. Gänge mit vorwaltendem Kupferkies.
      a) **Gänge mit fast ausschließlich quarziger Gangart.**
      b) **Gänge mit reichlicheren Karbonspäten** (besonders Eisenspat), **Schwerspat, mitunter auch Flußspat.** Eine besondere Ausbildung dieser Gänge stellen die für sich zu besprechenden kupferführenden **Spateisensteingänge** dar.
   2. **Fahlerzgänge.**
   3. Gänge mit reichlichem **Enargit**.

B. Primäre, epigenetische, echte Spaltenfüllungen oder metasomatische Lagerstätten von gediegen Kupfer.

[1]) Vergleiche die als turmalinführende Kupfererzgänge unter der 13. Gruppe ausgeschiedenen Kupfererzlagerstätten.

A. Gänge mit primären Schwefel-, (Selen-), Arsen- und Antimonverbindungen des Kupfers.

1. Gänge mit vorwaltendem Kupferkies.

* Zu dieser Gruppe gehören weitaus die meisten Kupfererzgänge. War Zinkblende im ganzen ein treuer Begleiter des Bleiglanzes, so bedingt das Vorhandensein des Kupfers auf diesen Gängen stets die Anwesenheit von mindestens ebensoviel Eisen, das ein wichtiger Bestandteil des Kupferkieses und des stets damit einbrechenden Pyrits ist und zudem besonders auf den Kupfererzgängen gern in größerer Menge als Spateisenstein auftritt. Mehrfach, wie im Erzgebirge oder im Siegerland, sind enge Beziehungen der Kupferkiesgänge zu den Bleiglanzzinkblendegängen nicht zu verkennen, anderwärts stellen die ersteren hinwieder einen ganz selbständigen Gangtypus dar, den die beiden letztgenannten Erze geradezu zu meiden scheinen (Oberungarn, Salzburg-Tirol). Bemerkenswert ist das nicht seltene Vorkommen von Nickel- und Kobaltverbindungen besonders auf den sideritführenden Kupfererzgängen. Mitunter ist etwas Quecksilber, seltener Wismut vorhanden. Etwas Turmalin ist den Kupferkiesgängen der Bindt in Oberungarn eigentümlich. In geologischer Hinsicht gilt für das Auftreten dieser Lagerstätten ähnliches wie für die Blei- und Zinkerzgänge.

Eine scharfe Trennung der beiden im Nachstehenden unterschiedenen Gruppen ist nur in deren extremen Ausbildungen möglich. *

a) Kupferkiesgänge mit fast ausschließlich quarziger Gangart.

Der kupferreichen Ausbildung der **Freiberger** kiesigen Bleiformation wurde schon ausführlich Erwähnung getan. Außer in der Nähe der Stadt selbst wurden solche, allerdings auch etwas flußspatführende Gänge bis 1824 südlich von Sayda ohne viel Erfolg abgebaut; sie setzen hauptsächlich in granatreichem Muskovitgneis auf und werden bis zu 1 m, im Mittel aber kaum 1 Fuß mächtig. In den frühesten Zeiten führten sie, offenbar wegen des reichlicheren Einbrechens sekundärer Erze (u. a. Lirokonit, Strahlerz, Chalkophyllit, d. i. ein basisches Tonerde-Kupferarsenat), 30—80 % Kupfer und 0,187—0,5 % Silber — Gehalte, die späterhin nie mehr erreicht worden sind. Von den zinnerzführenden Kupfererzgängen bei Seiffen soll unter den Zinnerzgängen die Rede sein.

Der seit 1786 aufgelassene Bergbau von **Böhmisch-Katharinaberg,**[1]) südlich von Sayda, am Südabfalle des Erzgebirges gelegen, ist neuerdings wieder eröffnet worden. Von den im Muskovitgneis aufsetzenden Gängen ist der früher besonders auf Kupfer abgebaute, neuerdings auch bleiführende, 0,2—0,5 m mächtige Nikolaigang der wichtigste; die einbrechenden Mineralien sind Zinkblende, Bleiglanz (mit 0,015—0,12 % Silber), Kupferkies, Kupferglanz, Arsenkies, Flußspat neben Braun-, Eisen- und Kalkspat, sowie viel Quarz. Sehr bemerkenswert ist der bis zu 1,21 % betragende, auch in der Teufe nachweisbare Zinngehalt.

---

[1]) Jokély, Die geologische Beschaffenheit des Erzgebirges im Saazer Kreise in Böhmen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VIII, 1857, 516—607, bes. 575—580. — Grimm, Über den Bergbau zu Katharinaberg; Jahrb. k. k. Bergak., XX, 1869—1870, 146—166. — Laube, Geologie des böhmischen Erzgebirges, II, 1887, 178—179. — H. Müller, Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres, 125—126. — Zeleny, Der Erzbergbau zu Böhmisch-Katharinaberg im Erzgebirge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., LIII, 1905, 139—142, 156—161.



Ein mineralogisch und geologisch eigenartiges Vorkommen von Kupfererzen ist das von **Klingenthal-Graslitz**[1]) auf der sächsisch-böhmischen Grenze. Dasselbe ist, was die bauwürdigen Kupfererze anlangt, ein epigenetisches, gangartiges, steht aber auf der gegenwärtig am besten aufgeschlossenen Lagerstätte, dem Segen-Gottes-Lager, räumlich in unmittelbarer Beziehung zu einer älteren Erzablagerung, welche die Bezeichnung Kieslager verdient. Da die epigenetischen Kupfererze an Zonen der Auflockerung gebunden sind, welche gleichfalls dem Streichen und Fallen der Schichten zu folgen scheinen, so werden sie als Lager bezeichnet. Das Klingenthal-Graslitzer Erzvorkommen ist eine der zahlreichen Erzanhäufungen verschiedener Art, welche den Eibenstocker Granitstock (s. S. 736) umgeben. Es liegt am Südwestabfall des letzteren in den Phylliten, die dort, dem Granit gleichmäßig angelagert, unter 13—30° gegen W. einfallen. Diese sind mehr oder weniger glimmerreiche Gesteine, bald mehr, bald weniger mit Quarzlinsen durchzogen. Nach v. Cotta waren im Jahre 1868 10—13 „Erzlager" aufgeschlossen, welche eine wechselnde Mächtigkeit von 0,2 bis 2, nach Gäbert sogar bis zu 3 m besitzen. Sie bestehen großenteils aus einer Aneinanderhäufung von Knauern, Schmitzen und Linsen von milchigem Quarz, mit derben Einsprengungen von Kupferkies, mehr untergeordnetem Magnetkies und Pyrit. Sie zeigen Drusenräume mit Kristallen von Magnetkies, Kupferkies, Arsenkies, Zinkblende, Antimonit, Eisenspat, Braunspat, Quarz, Kalkspat, ferner mit Chlorit und einem nakritähnlichen Mineral. Es sind epigenetische Ansiedelungen in den kurzen Spaltenräumen eines durch Schub oder Gleitung aufgeblätterten und gestauchten Schiefers; dabei müßte die Zerrüttung des Phyllits längs der Schichtung parallelen Flächen vor sich gegangen sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sie ebenso wie die Ansiedelung der Erze eine Folge der Granitintrusion ist; das reichliche Vorkommen von Magnetkies, der sonst den Quarzkupferkiesgängen fremd ist, spräche nicht dagegen. Die Erzansiedelungen haben im Segen Gottes-Lager längs eines älteren Kieslagers stattgefunden, welches dort hauptsächlich den unteren Teil der Lagerzone ausmacht und aus einem schichtigen Gemenge von viel Chlorit, Chloritoid, Muskovit, Quarz usw. mit vorwiegendem Pyrit, mit Magnetkies und Kupferkies, ein wenig Zinkblende und Bleiglanz besteht und selten auch etwas Arsenkies umschließt. Es erinnert nach seiner Struktur und der innigen Durchmengung an die früher beschriebenen Kieslager der kristallinen Schiefer. Nach Baumgärtel hat auch hier, wie z. B. bei der Entstehung des Kupferkniestes im Hangenden des Rammelsberger Kieslagers (s. S. 337), der Widerstand, den ein derbes Kieslager der Biegung entgegensetzte, zur Entstehung von Aufblätterungen und Zerspaltungen des Schiefers, die Erzführung des Lagers zur Ansiedelung von weiteren Erzen den Anstoß gegeben. Einzelne „Lager" sollen 3—4000 m weit bekannt sein, in ihrem Einfallen ist man bis zu 1000 m weit vorgedrungen. Die tauben Zwischenmittel sind 25—250 m mächtig. Das reichere Kupfererz (Stufferz) enthält u. a. gegen 8% Cu, 0,2% Co, 0,08% Ni, 0,08% Sb, 0,2% Sn,

[1]) v. Nowicky, Die Wiedergewältigung des alten Kupferbergbaues von Graslitz in Böhmen; Prag 1862. — Ders., Der neue Kupfererzaufschluß im Danielstollen bei Eibenstock nächst Graslitz in Böhmen; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., X, 1859, 349 bis 351. — v. Hingenau, Der alte Kupferbergbau bei Graslitz in Böhmen und dessen Wiederaufnahme; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., VII, 1859, 361—363, 372—375. — v. Cotta, Über den alten Bergbau von Graslitz in Böhmen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVIII, 1869, 82—83. — Gäbert, Die Erzlagerstätten zwischen Klingenthal und Graslitz im westlichen Erzgebirge; Ztschr. f. pr. Geol., 1901, 140—144. — Beck, Die Kieslagerstätten zwischen Klingenthal und Graslitz im westlichen Erzgebirge; ebenda 1905, 12—23. — Baumgärtel, Beitrag zur Kenntnis der Kieslagerstätten zwischen Klingenthal und Graslitz im westlichen Erzgebirge; ebenda 1905, 353—358.

0,27 % Bi und 0,18 % As; auch der Magnetkies und der Pyrit sind schwach nickelhaltig. Ferner besitzt das Stufferz einen Gehalt von 2 g Gold und 70 g (0,007 %) Silber in der Tonne.

Der Graslitzer Bergbau scheint mindestens schon im XV. Jahrhundert bestanden und im XVI. geblüht zu haben. Zahlreiche und große Berg- und Schlackenhalden zeugen von der Bedeutung des damaligen Betriebes. Um das Jahr 1850 war er gänzlich aufgelassen worden; eine Wiederaufnahme hat vor wenigen Jahren stattgefunden.

Die Erzlagerstätten von **Kupferberg**[1]) am Bober in Schlesien setzen in Hornblendeschiefern, welche sich nach Westen zu im unmittelbaren Kontakt mit dem Granitit des Riesengebirges befinden, und in den sogen. grünen Schiefern auf, die jene hier gegen Norden zu begrenzen. Quarzit-, Glimmer- und Granatepidotschiefer sind als bemerkenswerteste Einlagerungen in der Hornblendeschieferzone zu erwähnen, welche Krusch als Kontaktgesteine bezeichnet. Quarzporphyre durchbrechen sie. Eine Anzahl von Lagerstätten, wie den sog. Einigkeitsgang und den Blauen Gang hält Krusch für Kontaktlagerstätten vom Typus derjenigen zu Schwarzenberg in Sachsen. Eine zweite Gruppe, zu welcher der Neu-Adler-Abendgang, der Neu-Adler-Morgengang und der Julianer-Gang gehören, bildet zusammengesetzte Züge von Trümern, die Quarz, teilweise Dolomit, Kalkspat, auch Flußspat und dazu Kupferkies, Bleiglanz und wie der erstgenannte auch Kobaltspuren führen. Zwischen den Trümern liegen Massen von Hornblende und daraus hervorgegangenem Chlorit; die Gänge durchsetzen granitische Apophysen, sollen aber älter als die Quarzporphyrgänge sein, in deren Nähe sie auftreten. Noch jüngere, meist ONO. streichende, einfache Gänge führen Quarz und Kupferkies. Eine ausführlichere Aufzählung der Gänge und ihrer besonderen Mineralführung hat Websky gegeben. Nördlich und nordwestlich von Kupferberg ist vor unbekannten Zeiten im grünen Schiefer Bergbau auf Gängen mit Quarz, Kupferkies und Bleiglanz umgegangen, weiter östlich bei Rudelstadt hat man auch Silber aus Gängen mit Schwerspat, Flußspat, Quarz, Bleiglanz, Kupferkies, auf dem Alt-Adler-Gange auch mit Fahlerz, gediegen Silber, Silberglanz, Rotgiltigerz, Speiskobalt, Harmotom usw. gewonnen. Der Kupferberger Bergbau blühte schon vom XII. bis ins XVI. Jahrhundert und bestand weiterhin vom XVII. Jahrhundert bis 1849. In neuerer Zeit versucht die Gewerkschaft Bobertaler Erzbergwerke den Betrieb wieder aufzunehmen.

Von den besonders südlich und östlich um das Siebengebirge zerstreuten kupferführenden Gängen waren die ergiebigsten diejenigen der Grube St. Josephsberg am Virneberg bei **Rheinbreitbach.**[2]) Der in devonischen Grauwacken aufsetzende, bis zu 20 m mächtige Gangkomplex wird von einem Basaltgang durchquert und begleitet; sein Streichen ist ein nördliches bis nordnordöstliches. Er führte außer Quarz, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende bis in Tiefen von 120 m Malachit und Kupferblüte, ferner Kupferglanz, „Kupferschwärze" und besonders in der Nachbarschaft des Basalts das bekannte Vorkommen von gediegen Kupfer bis zu einer Teufe von 180 m. Phosphorchalcit, Kieselkupfer und Olivenit sind außerdem zu Rheinbreitbach aufgetreten. Der dortige Berg-

[1]) Websky, Über die geognostischen Verhältnisse der Erzlagerstätten von Kupferberg und Rudelstadt in Schlesien; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., V, 1853, 373 bis 438. — Krusch, Die Classification der Erzlagerstätten von Kupferberg in Schlesien; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LIII, 1901, Verh. 13—20; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 226—229. — v. Festenberg-Packisch, Der metallische Bergbau Niederschlesiens, 1881, 51—65.

[2]) Heusler, Beschreibung des Bergreviers Brühl-Unkel, Bonn 1897, 106—114. — Nose, Orographische Briefe über das Siebengebirge und die benachbarten zum Teil vulkanischen Gegenden beider Ufer des Nieder-Rheins, I, 1789, 175—207.



bau bestand schon in der Römerzeit und war später vom Beginn des XVII. Jahrhunderts bis 1882 in fast ununterbrochenem Betriebe; im Jahre 1854 erreichte die Erzproduktion 53500 Ztr. Andere verlassene Kupfergruben jener Gegend sind besonders Clemenslust bei Kalenborn und St. Marienberg; letztere hat augenscheinlich die Fortsetzung des Josephsberger Ganges abgebaut.

Von den in der **Dillenburger**[1]) Gegend (Nassau) verbreiteten alten Kupfererzgruben waren die Neue Constanze bei Herbornseelbach und die Alte Constanze bei Eisenroth die wichtigsten. Die erstere baute auf vier 0,12 bis 1,8 m mächtigen, in Diabasporphyrit und Kramenzelschichten aufsetzenden Gängen; auf letzterer bildete Diabas und Kieselschiefer das Nebengestein der Lagerstätten. Diese Gänge führten besonders Quarz, Kalkspat und Kupferkies, der in den oberen Teufen in sekundäre Kupfererze umgewandelt war. Der Bergbau hatte mit Unterbrechungen ungefähr 200 Jahre gedauert, als er im Jahre 1864 eingestellt wurde. Die Fahlerz führenden Gänge von Runkel[2]) an der Lahn sind schon unter den Silbererzgängen erwähnt worden, weil auf ihnen auch Rotgiltigerz auftrat.

In der Mitte und zeitweise auch in den drei letzten Jahrzehnten des XIX. Jahrhunderts bestand einiger Bergbau auf Kupfererzgängen zu Mollau und auf der Grube Adele und an anderen Orten bei **Wesserling**[3]) in den südlichen Vogesen. Die bis über 0,5 m mächtigen Gänge streichen etwa SW. nach NO. und setzen im Culmtonschiefer und in dem diesen durchbrechenden porphyrartigen Granit auf; in letzterem scheinen sie zu vertauben. Der Bergbau war noch nicht bis über die verwitterten, über dem Talboden liegenden Gangzonen vorgedrungen. Die primäre Gangfüllung ist Kupferkies, Quarz und Spateisenstein, sekundär sind Kupferkarbonate, Buntkupfererz und Eisenocker.

Gänge der quarzigen Kupfererzformation sind früher in der Gegend von Judenburg in Steiermark abgebaut worden. Die im Hornblendeschiefer aufsetzenden Gänge bei Flatschach im Brunngraben, im Weißenbach- und im Adlitzengraben führen vorzugsweise quarzige Gangart neben untergeordnetem Kalkspat, Kupferkies, Pyrit, ziemlich viel Arsenkies, daneben Arsenfahlerz und nach Redlich[4]) vielleicht auch Domeykit. Die etwa 20 km weiter südlich gelegenen Gänge im oberen Feistritzer Graben sind vorzugsweise quarzige Arsenkiesgänge mit zurücktretendem Kupferkies; der Arsenkies enthält lokal bis zu 118 g Gold und 56 g Silber in der Tonne.

Das mannigfache, 450 qkm große Lagerstättengebiet um die hoch über der Fiebergegend der Maremmen gelegene Stadt **Massa Marittima**[5]) in Toskana

[1]) Stifft, Beiträge zu einer Beschreibung der Gangformationen in den Fürstentümern Dillenburg und Siegen; v. Molls Efemeriden, III, 1807, 377—399. — Haupt, Die Gangverhältnisse der Kupfergruben Alte und Neue Constanze bei Dillenburg; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIV, 1886, 29—35. — Becher, Mineralogische Beschreibung der Oranien-Nassauischen Lande, 1789, II. Aufl., 1902. — Frohwein, Beschreibung des Bergreviers Dillenburg, 1885. — Böhm, Die Erzlagerstätten des konsolidierten Bergwerks Stangenwage bei Haiger (Bergrevier Dillenburg); Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LIII, 1905, 259—297.

[2]) Siehe auch Sandberger, Über Blei- und Fahlerzgänge in der Gegend von Weilmünster und Runkel in Nassau; Sitz.-Ber. math.-phys. Kl. bayr. Ak. d. Wiss., XXV, 1895, 115—123. Abgedruckt in Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 225—227.

[3]) Notizen von Bergeat.

[4]) Bergbaue Steiermarks. I. Die Kiesbergbaue der Flatschach und des Feistritz-Grabens bei Knittelfeld; Sep.-Abdr. aus Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, Leoben 1902.

[5]) Targioni Tozetti, Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana, 2. Aufl., Florenz 1770. — Savi, Sulle miniere delle vicinanze di Massa

bildet einen Teil der Catena metallifera, des von Savi so genannten erzreichen Abschnittes des toskanischen Apennin. Nördlich davon liegen die Borsäurequellen von Sasso und Monte rotondo, westlich die Kontaktlagerstätten und die Zinnerzvorkommnisse von Campiglia Marittima, weiterhin die Kupfergruben von Monte Catini und benachbart die Erzlagerstätten der toskanischen Inseln, besonders Elbas; gegen Süden zu kann der Quecksilberdistrikt um den Monte Amiata noch dieser Metallzone zugerechnet werden. Alle stehen wohl in zweifelloser Beziehung zu dem jugendlichen Emporbruch granitischen Magmas und mit ihm verwandter Ganggesteine, von Diabas und vielleicht von Andesiten; sind auch im Distrikt von Massa Marittima selbst Eruptivgesteine (Gabbro und Diabas) nur ganz untergeordnet vorhanden und der nächste Granitstock erst bei Gavorrano, 12 km weiter südlich, bekannt, so läßt es doch die eigenartige Natur der meisten Erzlagerstätten als nicht zweifelhaft erscheinen, daß das Erzgebiet in genetischer Hinsicht den umliegenden Mineraldistrikten ganz verwandt ist.

Die geologische Unterlage des „Massetano“ bildet ein nur stellenweise aufgeschlossener, von Lotti dem Perm zugerechneter Phyllit. Darüber liegen in recht weiter Verbreitung bald gut gebankte, bald massige dolomitische Kalke des Rhät, welche längs der Grenze mit dem Eocän häufig metasomatische Lagerstätten von Bleiglanz, Zink- und Kupfererzen aufgenommen haben. Es folgen die auch bei Campiglia Marittima sehr weitverbreiteten unter- und mittelliasischen Kalksteine, oberliasische bunte Tonschiefer, darüber transgredierend die hier nur ganz untergeordneten und bedeutungslosen, wegen ihres Mangangehaltes schon früher (S. 253—254) erwähnten senonischen Ton- und Kieselschiefer. Die weiteste Verbreitung hat indessen das Eocän, das nur teilweise als Nummulitenkalk und Sandstein, in der Hauptsache als eine einförmige Wechselfolge von Tonschiefern (galestro) und mitunter recht dickbankigen, tonigen Kalksteinen (alberese) entwickelt ist. Eine der merkwürdigsten Erscheinungen in dem Gebiete von Massa besteht darin, daß längs der Kupfererzgänge der alberese in der Art einer Kontaktmetamorphose umgewandelt ist. Die bezeichneten Gesteine sind leicht gefaltet und von Verwerfungen durchzogen.

Die in dem Gebiete recht zahlreichen metasomatischen Lagerstätten sind teilweise schon im Mittelalter in Abbau genommen worden, haben aber jetzt trotz mancher Versuche keine Bedeutung mehr. Am berühmtesten waren

---

Marittima; Cimento, V, 1847, Marzo-Aprile. — vom Rath, Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien. IX. Aus der Umgebung von Massa marittima; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXV, 1873, 117—149. — Stelzner, Mitt. a. d. Verh. d. Bergm. Ver. z. Freiberg; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 85—86. — Lotti, Descrizione geologico-mineraria dei dintorni di Massa Marittima in Toscana; Mem. descritt. d. Carta geol. d'Italia, VIII, 1893. Mit vielen Literaturnachweisen. Danach die referierende und ergänzende Arbeit von Ermisch, Die gangförmigen Erzlagerstätten der Umgegend von Massa Marittima in Toskana auf Grund der Lottischen Untersuchungen; Ztschr. f. pr. Geologie, 1905, 206—241. Mit einem Zusatz Lottis. — Novarese, Studio petrografico sulle roccie silicatiche che accompagnano i giacimenti metalliferi del Massetano; Anhang zu der zitierten Abhandlung Lottis. — Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 74—79. — d'Achiardi, I Metalli, I, 332—333. — Reisenotizen von Bergeat und briefliche Mitteilungen von Herrn P. Marengo (1900).

früher die an Liaskalke gebundenen, genau in der Fortsetzung des Ganges von Boccheggiano befindlichen Gruben von **Montieri** (Mons aëris), wo hauptsächlich silberhaltiger Bleiglanz, Zinkblende, silberhaltiges Fahlerz und Kupferkies abgebaut worden sind; daneben brach Calamin, Flußspat und Quarz ein.[1]) Andere mittelalterliche Silbergruben lagen bei **Gerfalco**, gleichfalls etwa in der Fortsetzung der Verwerfuug von Boccheggiano; Bleiglanz-, Zinkblende- und Galmeilager mit Quarz, begleitet von viel Gips, sind neuerdings bei den **Bruscoline**, nordwestlich von Massa, erschlossen, aber nicht weiter ausgebeutet worden, nachdem sie schon in alten Zeiten ausgiebig abgebaut worden waren. Bei **Valdaspra** ist der Kontakt zwischen dem Eocän und dem Rhät auf 6 km hin durch eine wenige Zentimeter bis 20 m mächtige Einlagerung von quarzigen Eisenerzen und stellenweise unzersetztem Bleiglanz und Kupferkies oder von Zink-, Blei- und Kupferkarbonaten bezeichnet.

Die gangförmigen Kupfererzvorkommnisse des Massetano sind diejenigen von **Poggio Guardione**, **Süd-Serrabottini-Scabbiano**, **Capanne Vecchie-Fenice**, **Montoccoli** und am **Poggio di Montone**, sämtlich südlich und

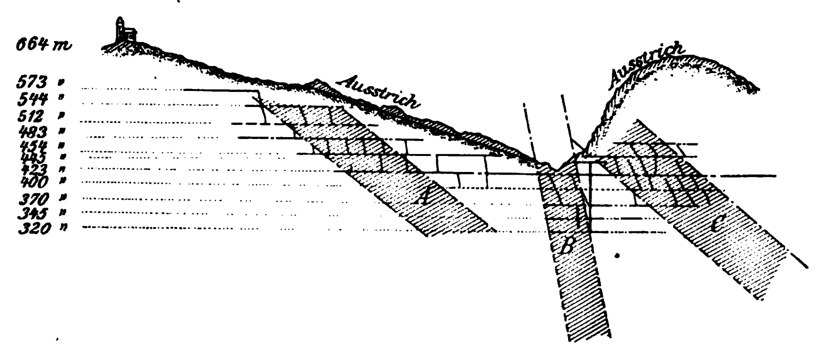


Fig. 166. Die drei Erzsäulen des Kupferkiesganges bei Boccheggiano. Maßstab 1:13300. (Skizze von P. **Marengo**, 1900.)

östlich in geringer Entfernung von Massa, und der Gang von **Boccheggiano**, 13 km ONO. von der Stadt. Ihr Streichen ist im großen ganzen nach NNW. gerichtet. Eine zweifellose Verwerfungsspalte zwischen Eocän, Rhät und Perm erfüllt der zuletzt genannte Gang (s. S. 488, Fig. 115), und auch die Lagerstätte von Süd-Serrabottini-Scabbiano liegt nach **Lotti** auf einer echten Spaltenverwerfung zwischen denselben Schichten. Dagegen macht der durchschnittlich 45° gegen Ost einfallende, teilweise aber sehr viel flachere Gang von Capanne Vecchie den Eindruck eines konkordant zwischen den Schichten liegenden Lagerganges, der von wenig Zentimetern bis zu 20 m mächtig werden kann. **Lotti** hält ihn nicht für eine normale Spaltenfüllung, sondern für eine an eine Spalte gebundene metasomatische Lagerstätte. Der meist mehrere Meter mächtige Gang von Boccheggiano, dessen Ausstrich als ein Quarzriff zu beiden Seiten des Merseflusses erkennbar und über 3 km weit verfolgbar ist, ist im Jahre 1889 wieder in Abbau genommen worden. Man arbeitet dort gegenwärtig auf drei Erzsäulen (Fig. 166). Die Gangfüllung besteht aus vorwaltendem Quarz,

[1]) Außer bei **Lotti**, 1893, 110—114 auch **Haupt**, Considerazioni sulla origine dell'antica produzione d'argento a Montieri; Ann. d. miniere, I, 1851, 17—35.



der teilweise als Hornstein ausgebildet und in letzterem Falle durch Eisenglanzschüppchen rot gefärbt ist. Eisenglanz ist auch sonst in nicht unerheblicher Menge dem Erz beigemengt. Letzteres besteht in den reicheren Säulen hauptsächlich aus Kupferkies, z. T. auch aus Bleiglanz und Zinkblende; häufig ist Pyrit und Markasit, dieser in traubig-stalaktitischen Massen; von Interesse ist ferner etwas Wismutglanz.[1]) Kaolin ist häufig, Dolomit scheint selten zu sein. Eine Umwandlung von Kupferkies in Kupferindig ist verbreiteter als eine solche in Karbonate (s. S. 547). Bemerkenswert ist ferner ein bis zu 0,05 % betragender Zinngehalt neben 0,35 % Bi. Der Gang, auf welchem die Gruben Capanne Vecchie und Fenice bauen, stellt neben dem von Boccheggiano die wichtigste Lagerstätte des Distriktes dar. Es ist eine Quarzmasse mit eingesprengtem Kupferkies, Pyrit, Bleiglanz und Zinkblende; im südlichen Teile herrschte Bleiglanz vor. Der Kupfergehalt des Ganges beträgt auf Capanne Vecchie höchstens 2,5 %, neben 0,8 % Arsen; stellenweise führte das Erz einigen Silber- und Goldgehalt. An dem Nebengestein des Ganges läßt sich eine besonders intensive Umwandlung der Kalksteinbänke in mitunter deutlich strahlige Massen von Pyroxen samt Epidot, Quarz und Kalkspat, imprägniert mit Kiesen, Hämatit, Bleiglanz und Zinkblende, erkennen. Im Hangenden des Ganges, wo das Gestein von erzführenden Quarztrümern durchzogen ist, beträgt die Breite der Umwandlungszone im Val Castrucci bei der Grube Fenice etwa 50 m. Schon Savi[2]) erwähnt diese merkwürdigen Pyroxen-Epidosite und vom Rath hat sie ausführlich beschrieben[3]) und sehr treffend mit den Pyroxen-Epidot-Sulfid-Lievrit-Lagerstätten des nahen Campiglia Marittima verglichen, welche ausgezeichnete Kontaktlagerstätten sind. Die Umwandlung betrifft die Kalkbänke und hat die Tonschieferschichten fast ganz verschont; die Grenze zwischen der „Kontaktzone“, wie man sie bezeichnen kann, und dem unveränderten Nebengestein ist eine scharfe. Die gleiche Erscheinung lassen auch die anderen Kupfererzgänge und das vorher erwähnte metasomatische Erzlager von Valdaspra erkennen, wo auch, wie neben den Gängen des Poggio al Montone bei Massa, etwas gelblicher Granat vorkommt.

Massa war im XIII. und XIV. Jahrhundert eine reiche Bergwerksstadt: viele alte Halden und Pingen längs jetzt teilweise erschöpfter oder unbauwürdiger Lagerstätten in näherer und weiterer Umgebung des Ortes zeugen von dem lebhaften Betriebe, der durch politische Verhältnisse und die große Pest um das Jahr 1350 in Verfall geriet. Erst um die Mitte des XIX. Jahrhunderts kam neues bergmännisches Leben in die zeitweise fast ganz verödete Gegend, so vor allem durch die Eröffnung der Gruben Capanne Vecchie im Jahre 1846 und der Fenice Massetana 1859. Die Versuche, den früher sehr umfangreichen Bergbau auf dem etwa 1 km westlich davon gelegenen Gang von Süd-Serrabottini-Scabbiano wieder aufzunehmen, wo eine Zeitlang in dem verwitterten Gangausstriche auch eine ergiebige Alaungewinnung stattgehabt hatte, sind ebenso wie manche andere noch in der jetzigen Zeit versuchte Unternehmungen erfolglos gewesen. Von Wichtigkeit war aber neuerdings die im Jahre 1889 erfolgte Wiederaufnahme des Bergbaues von Boccheggiano durch

[1]) Siehe Bergeat, N. Jahrb., 1901, I, 156.

[2]) l. c. 19—20.

[3]) l. c. 131—135.



die Società anonima delle Miniere di Monte Catini. Bemerkenswert ist der Hervorbruch warmer borsäurehaltiger Quellen auf der 370 m-Sohle dieser Grube, wovon später noch die Rede sein soll. Die drei Kupfergruben Fenice, Capanne Vecchie und Boccheggiano fördern zusammen ungefähr 100000 t Erz im Werte von etwa 2 Mill. Mark und beschäftigen gegen 1200 Arbeiter.

Die Kaukasusländer[1]) sind reich an z. T. erst sehr wenig oder gar nicht ausgebeuteten, indessen vielfach schon seit uralten Zeiten bekannten Kupfer-, Blei- und Zinkerzlagerstätten. So sind die Erzgänge von **Sangesur** in dem Bergland zwischen Elisabetpol und Eriwan wohl schon zur Zeit der alten Meder und Perser abgebaut worden. Erst seit dem Jahre 1845 ist das Gebiet Gegenstand russischer Unternehmungen geworden. Der Andesit des Hochlandes wird von mehr als 30 Kupfererzgängen durchsetzt; sie führen Quarz, Kupferkies, Pyrit, wenig Blende und Bleiglanz und sind merklich gold- und silberhaltig. In den oberen Teufen brechen die gewöhnlichen Karbonate und reicheren Sulfide ein. Im Streichen sind einige über 2 km weit verfolgt worden, ihre Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt 0,75 m. Im Jahre 1902 haben 6 Gruben etwa 5000 t Erz gefördert, die Hütten 983 t Kupfer erschmolzen. Kupfererze sind im asiatischen Rußland[2]) weit verbreitet, indessen scheinbar auch hier noch fast gar nicht erschlossen. So sind Turkestan und die Kirgisensteppe reich an solchen; die wichtigsten sind 70 km von Taschkent entfernt und sollen gangförmig in „Porphyr" auftreten. Im Süd-Altai haben in der **Tschudack**-Grube[3]) schon die Ureinwohner Kupfer gegraben. Die Lagerstätte ist ein 6—10 m mächtiger Quarzgang in einem mehr oder weniger zersetzten Quarzporphyr, in den oberen Horizonten mit Braun- und Roteisenerz, Malachit, Lasur, Kupferpecherz, gediegen Kupfer und Kupferglanz, darunter mit Kupfer- und Schwefelkies und Kupferglanz. Außer dieser Grube ist nur noch eine, die von Sugatowsk, im Betriebe; beider Erze werden auf dem 400 km weit entfernten Hüttenwerk von Susunsk am Irtisch verschmolzen. Zwischen 1859 und 1891 schwankte die Kupferproduktion am Altai zwischen annähernd 570 und 220 t; das Minimum fällt in das Jahr 1891 selbst.

Über das Vorkommen von Kupfererzen in Persien hat u. a. Stahl[4]) eine kurze Mitteilung veröffentlicht.

Japan[5]) besitzt eine zunehmende Bedeutung als kupferproduzierendes Land; im Jahre 1903 erzeugte es immerhin nur gegen 32000 t. Die sehr zahlreichen und zumeist unbedeutenden Minen liegen zerstreut über die Hauptinsel Nippon (Aschio, Kusakura, Kune, Ogoya, Hirodani usw.), auf Schikoku (Nischinokawa, Besschi) und Kiuschiu (Hibira, Sawatari). Die wichtigste ist **Aschio**,[6]) ungefähr 120 km nördlich von Tokio, bei dem Städtchen Nikko.

[1]) Nicou, Le cuivre en Transcaucasie; Ann. d. Mines (10), VI, 1904, 5—54. — Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 32—34 nach Johansson, Jern.-Kont.-Ann., 1894, 202—211; LXIII, 1904, 608—609. — Über die hinsichtlich ihrer Entstehung problematischen Vorkommnisse von Kedabeg usw. siehe S. 441. — Strishow, Geologischer Bau der Schlucht von Kartatinsk und der an ihrem Beginn gelegenen Kupferkieslagerstätten; Bergjournal, 1902, III, 103—116; Ref. N. Jahrb., 1904, I, — 227 —. — Ermisch, Die Kupfererze der Sünikgruben im Gouvernement Elisabetpol, Transkaukasien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 88—89.

[2]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 363; 1897, 275—276; 1899, 54.

[3]) v. Cotta, Der Altai, 246—250. — Foniakoff, Les richesses minières de la Sibérie; Rev. univers. d. Mines (3), XXIX, 1895, bes. 124—125.

[4]) Die Kupfererze Persiens; Chem. Ztg., XVIII, 1894, 3—4.

[5]) Les Mines du Japon, 1900.

[6]) Munroe, The mineral wealth of Japan; Transact. Am. Inst. Min. Eng., V, 1877, 236—302. — Les mines de cuivre d'Ashiwo; Ann. d. mines (8), XII, 1887, 531



Die Umgebung von Aschio ist der Schauplatz zahlreicher vulkanischer Durchbrüche über einem paläozoischen Grundgebirge gewesen, mit welchen die Bildung der Erzgänge aufs engste zusammenhängt. Man kennt etwa 30 nach verschiedenen Richtungen verlaufende Gänge; am reichsten sind die annähernd ONO. streichenden. Sie sind bis über 2 km weit verfolgt worden und werden 0,4—1,8, mitunter auch 6 m mächtig. Die Gänge sind an einen Liparitstock gebunden; ihre Ausfüllung besteht aus meist derbem, auf Drusen auch kristallisiertem Kupferkies, zumeist mit Pyrit, Bleiglanz, Blende und Arsenkies nebst Quarz als Gangart. Die Erze enthalten bis 0,06 % Silber. Das Erzvorkommen wurde im Jahre 1608 entdeckt und lange Zeit von den Landesfürsten ausgebeutet; schon frühzeitig wurde Aschio-Kupfer von holländischen Kaufleuten exportiert. Im XIX. Jahrhundert verfiel die Grube fast völlig, bis sie im Jahre 1877 im Besitz eines japanischen Industriellen einen neuen Aufschwung genommen hat. Die jährliche Produktion wird zu 7000 t angegeben.

Die im Jahre 1690 entdeckte Kupfererzlagerstätte von Besschi[1]) gehört vielleicht zu den Kieslagern. Sie bildet eine 1,2—1,5, ja auch 10 m mächtige und scheinbar mindestens 1000 m weit verfolgte Einlagerung in kristallinen Schiefern, als welche Epidot und Gastaldit (glaukophanähnliche Hornblende) führende Chlorit- und Hornblende-, ferner graphitische Sericit- und Quarzschiefer genannt werden; letztere beiden sind teilweise reich an Manganepidot. Das Erz besteht aus Pyrit, Kupferkies und Magneteisen; solches mit 4—8 % Kupfer gelangt zur Verhüttung. Besschi produzierte im Jahre 1897 etwa 3000 t Kupfer.

In Alaska[2]) sind neuerdings nahe dem Mount Wrangell (62° nördl. Br.) verschiedenartige, z. T. gangförmige Kupfererzlagerstätten bekannt und in Abbau genommen worden.

Der Kupfererzdistrikt von **Redding**[3]) in Kalifornien liegt in dem Hügelland, welches das Nordende des Sacramento-Tales umgibt. Das Gebiet ist geologisch sehr mannigfaltig zusammengesetzt, indem es aus Sedimenten devonischen bis miocänen Alters und aus vielen eruptiven Einlagerungen und Durchbrüchen besteht. Am Ende der Jurazeit fand auch hier wie im südlichen Kalifornien eine mächtige Gebirgsfaltung, begleitet von Verwerfungen und eruptiven Intrusionen, statt. Die Erzlagerstätten sind nur in untergeordneter Weise an die vorkretazeischen Sedimente, in der Hauptsache vielmehr an zwei weite Verbreitungsgebiete permokarbonischer bis triassischer Laven und Tuffe gebunden. Diese alten Ergußgesteine werden von Diller als Metarhyolithe und Metaandesite bezeichnet. Sie sind älter als die benachbarten Granitdurchbrüche, weil sie von granitischen Gängen durchsetzt werden; andererseits werden auch die letzteren noch von jüngeren Gängen durchbrochen, die bis über 30 m

bis 532. — Les mines de cuivre d'Ashio; ebenda (9), I, 1892, 385—386. — Yamada bei Beck, Erzlagerstättenlehre, II. Aufl., 1903, 235—236. — Broschüre der Firma Furukawa für die Lütticher Aussellung, 1905.

[1]) Les Mines du Japon, 154—169.

[2]) Schrader and Spencer, Geology and mineral resources of a portion of the Copper River district, Alasca; Spec. Publ. U. St. Geol. Surv., 1901. — Mendenhall and Schrader, Copper deposits of the Mount Wrangell region, Alasca; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 213, 141—148.

[3]) Diller, Copper deposits of the Redding region, California; U. St. Geol. Survey, Bull. No. 213, 1903, 123—132. — Ders., Mining and mineral resources in the Redding Quadrangle, California, 1903; ebenda No. 225, 1904, 169—179.



mächtig sind und zum geringeren Teil Porphyre, zum größeren diabasähnliche Gesteine („Metabasalt“ Dillers) zu sein scheinen. Das Streichen der vorkretazeischen Schichten ist ein nord-südliches, entsprechend dem Verlauf der Sierra Nevada.

Der größte und wichtigste Kupferdistrikt von Redding ist das ungefähr 40 km lange Iron Mountain-Revier westlich vom Sacramento; die hauptsächlichste Mine ist dort die Mountain Copper Mine. Der mächtige eiserne Hut ihrer beiden Gänge besteht aus Brauneisenerz mit etwas Gold und Silber; er reicht bis zur Teufe von ungefähr 30 m und geht unvermittelt in die Sulfide über. Der eine Gang ist ungefähr 250 m weit und 180 m tief verfolgt worden. Die Erze erfüllen 30—120 m breite Zerrüttungszonen im „Metarhyolith“ und bestehen aus Kupferkies in inniger Durchwachsung mit Pyrit; Zinkblende verleiht der Gangfüllung häufig ein gebändertes Aussehen. Als Gangart wird nur Quarz genannt. Anderwärts werden hingegen gerade die reichen Erze von Schwerspat begleitet, so im Bully Hill-Revier. Die dortigen kupferführenden Trümerzüge setzen teils gleichfalls in den sauren Ergußgesteinen, teils im „Metabasalt“ oder an der Grenze zwischen einem solchen Gesteinsgang und dem „Metarhyolith“ auf. Die Erze bilden bald nur kleine Schmitzen oder Schnüre, bald mehrere Fuß mächtige und Hunderte von Fuß lange Gänge. Der Distrikt bietet ein ausgezeichnetes Beispiel für die sekundäre Veredelung von Kupfererzgängen: Der löcherige, aus Brauneisenstein bestehende eiserne Hut enthält etwas Gold, darunter finden sich die blauen und grünen Kupferkarbonate samt etwas gediegen Kupfer und Silber; seltener ist Rotkupfererz, von welchem aber doch gelegentlich mehrere Fuß dicke Anreicherungen bis in 50 m Teufe vorkommen. In recht wechselnder Tiefe folgt die Zone der sogen. „black oxides“, die indessen hauptsächlich aus Buntkupferkies, Kupferglanz, Blende, unverändertem Pyrit und Kupferkies bestehen und eine im Durchschnitt ungefähr 3 m mächtige Lage über dem unzersetzten Erze bilden; erwähnt sei, daß Kupferkies mitunter als jüngere Bildung den Kupferglanz umhüllt. Der Baryt ist selten reichlich vorhanden und gern innig mit dem Kupfererz verwachsen. Das durch die Erosion aus den eisernen Hüten weggeschwemmte Freigold gab früher den Anlaß zu ergiebiger Goldwäscherei.

Im Black Diamond-Revier wurden bis 1902 Kontaktlagerstätten mit Magnetkies, Magnetit, Kupferkies und Pyrit samt Pyroxen, Granat und Serpentin abgebaut, welche sich längs des Durchbruchs von Diabasen durch Kohlenkalk angesiedelt haben. Die Kupferproduktion Kaliforniens, an der zum weitaus größten Teile Redding beteiligt ist, hatte im Jahre 1901 über 15000 t betragen, ist aber bis zum Jahre 1903 auf kaum 9000 t gesunken.

Die in letzter Zeit öfter genannten, im einzelnen scheinbar noch wenig bekannten Quarz-Kupferkies-Pyritgänge von Tilt Cove an der Little Bay südlich von St. Julien auf **Neufundland** setzen z. T. in einem glimmer- und quarzführenden, propylitähnlichen Porphyrit auf, der scheinbar kristalline Schiefer durchsetzt. Letztere sollen kupferführende Kieslinsen enthalten. Bei St. Julien werden Phyllit-, Quarzit- und Konglomeratbänke schräg von mehreren kupfererzführenden, SW.—NO. streichenden Quarzgängen durchschnitten. Letztere sind in den Quarzitschichten mächtiger und reicher als in den Phylliten.[1])

[1]) Briefliche Mitteilung von Bergingenieur E. Meurer an Bergeat.



Reiche gangförmige Kupfererzlagerstätten werden im **Cananea**-Distrikt des Staates Sonora in Mexiko[1]) abgebaut. Cananea liegt nahe der Grenze zwischen Mexiko und Arizona bei Nogales und von dem bekannten Kupferdistrikt von Bisbee in Arizona in südwestlicher Richtung 72 km weit entfernt. Die Gegend besteht hauptsächlich aus älteren vulkanischen Tuffen, Breccien und Massenergüssen; die ältesten Ausbrüche förderten Andesite, die jüngeren Rhyolithe und Dacite. Eruptive Gesteine von scheinbar sehr verschiedenem Grad der Kristallinität — Weed bezeichnet sie als Diorite, Granite, Andesite, Quarzporphyre — haben Sandsteine, Tonschiefer und Kalksteine durchbrochen und in Quarzite, Hornfelse, Marmore und „Adinolen" umgewandelt; sie bilden samt ihnen die größeren Erhebungen des Cananea-Gebirges, während grobkristalline Gesteine der Tiefenfazies — Weeds Granite — in den Tälern freigelegt sind. Andesittuffe bedecken die tiefen Teile des Gebirges, das nach Weed ein ungeheurer, durch die Erosion großenteils abgetragener und aufgeschnittener Vulkan sein soll. Die oben erwähnten Sedimente sind z. T. in echte granat- und epidotführende Kontaktgesteine umgewandelt und von basischen und aplitischen Ganggesteinen durchsetzt. Zum Teil, wie an den Puertecitos-Gruben, sind die Kupfererze auch an granatführende Kontaktlagerstätten gebunden. Die Erze der Cananea-Minen selbst sind sekundär angereicherte Ansiedelungen auf Spalten und längs der Schichtflächen der unter etwa 60° einfallenden kontaktmetamorphen Sedimente. Sie bestehen aus Kupferkies samt dessen Umwandlungsprodukten. Ihre Ausstriche sind als großartige, riffförmige eiserne Hüte durch die Landschaft zu verfolgen. Der Capoté-Gang führt in einer Breccie von kaolinisiertem, gebleichtem Rhyolith Butzen und Streifen von Kupferglanz mit etwas Pyrit. Die Lagerstätte ist in einer Teufe von 30 m 85 m lang und 40 m breit, 30 m tiefer 50 m lang und 30 m mächtig und besitzt größtenteils mindestens 15 % Kupfergehalt. Stellenweise wird zu Cananea das Kupfererz von Blende und Bleiglanz begleitet. Die Erze sind zumeist quarzig; mitunter enthalten sie in nennenswerter Menge Gold.

Sonora ist jetzt der hauptsächlichste kupferproduzierende Staat Mexikos; des letzteren Produktion betrug im Jahre 1903 46000 t, wovon auf Cananea allein 19600 t, auf Boleo (s. S. 439) 10480 t entfallen.

Ein anderer aufblühender Kupferdistrikt ist Nacosari, 100 km SO. von Cananea. Nach Weed steht die Bildung der nordmexikanischen Kupfererzlagerstätten geradeso in Beziehung zu den umgebenden Eruptivgesteinen, wie diejenige der nicht weit davon entfernten, an Kalksteine gebundenen Vorkommnisse von Arizona (Bisbee u. a.), welche später beschrieben werden sollen.

An der nordchilenischen Küste und am Nordrande der Atacama-Wüste liegen die Kupferlagerstätten der **Algodon-Bai.** Als Nebengestein der zahlreichen, 1—2 m mächtigen Gänge wird Diorit und quarzhaltiger Syenit bezeichnet. Nach v. Bibra[2]) enthalten sie reichlichen derben Kupferglanz, mit Pyrit ge-

[1]) Weed, Notes on certain mines in the states of Chihuahua, Sinaloa and Sonora, Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXII, 1902, 396—443.

[2]) Über einige Kupfererze aus der Algodonbai in Bolivien; Erdmanns Journ. f. prakt. Chemie, XCVI, 1865, 193—206; Ref. N. Jahrb., 1866, 227—228.



mengten Kupferkies, Kupferindig und in sehr beträchtlicher Menge Atakamit, ferner Ziegelerz, seltener gediegen Kupfer und Fahlerz. Kupferlasur und Malachit fehlten vollständig. Dagegen bildete z. B. im Gange Atacamita der Atakamit, mit etwas Rotkupfererz gemengt, bis zu 2 m mächtige Massen.

Wegen der Kupfererzlagerstätte von Amalonas (28° südl. Br.), welche scheinbar nicht zu den sonst in Chile verbreiteten Turmalinkupfererzgängen gehört, vielmehr von O. Nordenskjöld am ehesten für ein Produkt magmatischer Differentiation gehalten wird, sei auf die Beschreibung des letzteren verwiesen.[1])

In Südaustralien sind bis in die neuere Zeit mehr oder weniger ergiebige Kupfererzlagerstätten entdeckt und in Abbau genommen worden. Nur wenige Gruben scheinen über die verwitterten, an allerlei sekundären Erzen sehr reichen, z. T. auch etwas gold- und silberführenden Ausstriche vorgedrungen zu sein, welche sich in jenen wasserarmen Gebieten in besonders typischer Weise entwickeln konnten und die bisher schon ungeheure Kupfermengen geliefert haben. Die wichtigsten südaustralischen Kupfergruben sind gegenwärtig die von Wallaroo und Moonta.[2]) Sie liegen ungefähr 16 km vom Nordende der Yorkhalbinsel und bezw. 10 und 18 km von dem Hafen Wallaroo am Spencer-Golf entfernt. Das Nebengestein der **Wallaroo**-Gänge wird von Hancock als ein metamorpher, wahrscheinlich kambrischer Glimmerschiefer bezeichnet, nach Phillips-Louis soll es dagegen ein Porphyrit sein. Man kennt mehrere, zumeist WNW. streichende Erzgänge, die unter sich durch Quer- und Diagonaltrümer verbunden sind. Die Mächtigkeit des Hauptganges beträgt nach v. Foullon bis zu 10 m. Bis 30 m Tiefe brachen reiche Kupferkarbonate und Atakamit, Rotkupfererz und gediegen Kupfer ein, bis 50 m reichten die edlen Kupfersulfide, unter denen sich dann der Kupferkies einstellte. Magnetkies und Pyrit begleiten ihn. Gangart ist Quarz.

Moonta ist der reichste Kupferdistrikt Australiens. Man baut dort auf 5 Hauptgängen und kennt außerdem über 20 weitere; sie sollen in Quarzporphyr aufsetzen, ihre Mächtigkeit schwankt zwischen 0,15 und 6 m. Gegenwärtig besteht die Füllung der Gänge hauptsächlich aus Kupferkies mit Quarz, in früherer Zeit hat indessen auch Moonta reiche sekundäre Erze, anfangs mit einem Durchschnittsgehalt von 25 % geliefert. Wallaroo und Moonta wurden um das Jahr 1860 entdeckt. Sie haben bis jetzt Kupfer im Werte von über 200 Mill. Mark geliefert und fördern jährlich 200000 t Roherz, woraus die Hütte zu Wallaroo gegen 5000 t Kupfer erzeugt.

---

[1]) Über einige Erzlagerstätten der Atacamawüste; Bull. geol. Instit. Univ. of Upsala, III, 2, No. 6; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 96. — Endter, Das Kupfererzlager von Amalonas im Departement Copiapó (Chile); Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 293—297.

[2]) Higgs, On the occurrence of copper ore in the Wallaroodistrict, South Australia; Min. Journ., 1879, 785. — Anthony, ebenda 1881, 1412. — d'Achiardi, I metalli, I, 383, zitiert die beiden vorigen. — Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 692—693. — v. Foullon, Über die wichtigsten Bergbaugebiete von Australien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., Vereinsmitt., XLI, 1893, 115—116; XLII, 1894, 4. — Hancock, Mining and treatment of copper-ore at the Wallaroo and Moonta mines, South Australia; Transact. Inst. Min. Eng., XXII, 1901—1902, 461—483. — Gascuel, Note sur le district cuprifère de Wallaroo; Ann. d. Mines (X), VII, 1905, 544—562.



Die **Burra-Burra**-Grube[1]) bei Kooringa, 176 km N. von Adelaide, wurde um das Jahr 1845 durch einen Schafhirten entdeckt, nachdem man schon seit 1842 reiche Kupfererze zu Kapunda abgebaut hatte. Sie bietet ein ausgezeichnetes Beispiel für die Anhäufung sekundärer Kupfererze im Ausstrich und ist deshalb schon früher erwähnt worden (S. 548). Über das Nebengestein der Lagerstätten liegen keine genaueren Mitteilungen vor. Nach Gurlt bestand die Nordseite der Grube aus dünnen Bänken eines quarzigen Kalksteines mit Quarzit, an der Südseite lag eine Masse von Serpentin und wahrscheinlich Gabbro. Innerhalb einer Länge von 300 m trafen vier N.—S. und drei O.—W. streichende, in vielen Kreuzungspunkten sich durchschneidende Gänge zusammen. Die zwei 10—14 m mächtigen Hauptgänge sollen festen Serpentin als Nebengestein gehabt haben. Die reichen sekundären Kupfererze waren von Quarz begleitet; Rotkupfererz brach in mehrere Tonnen schweren Massen ein. Bei 210 m Teufe traf man nur noch Kupferkies und Buntkupfererz an. In den ersten 11 Jahren des Betriebes lieferte Burra-Burra über 100000 t Erze mit einem durchschnittlichen Kupfergehalt von über 20 %; in den ersten 5 Betriebsjahren erstattete die Grube das Anlagekapital 20mal zurück. Sie war damals die ergiebigste Kupfermine der Welt. Im Jahre 1857 verlor sie viele ihrer Arbeiter, die nach den neu entdeckten Goldfeldern von Viktoria abzogen, und wurde 1877 ganz eingestellt, nachdem sie ungefähr 235000 t Erz mit fast 52000 t Kupfergehalt gefördert hatte.

Aus Neusüdwales[2]) wurde zuerst im Jahre 1858 etwas Kupfer exportiert. In den Distrikten von Bathurst und Orange entstanden mehrere Kupfergruben, von denen heute die 1876 gegründete **Great Cobar**-Grube die wichtigste ist; der dortige, in silurischem Schiefer aufsetzende Gang soll $2^1/_2$—9 m mächtig sein und hat gleichfalls schön kristallisierte Kupfererze, wie gediegen Kupfer, Malachit, Kupferlasur, Atakamit und Rotkupfererz geliefert. Die Grube war im Jahre 1889 eingestellt worden, hat aber dann seit 1894 wieder einen neuen Aufschwung genommen. Andere bemerkenswerte Kupfergruben des Landes sind die von Nimmagee und Burraga. Neusüdwales soll über eine Fläche von 6700 engl. Quadratmeilen (17000 qkm) kupfererzführend sein. Trotzdem ist die gegenwärtige Kupferproduktion des Landes keine sehr große.

Neuerdings hat die Kupferproduktion von Westaustralien recht erheblich zugenommen; man hat dort reiche Erze bei Arrino in der Gegend von Dongarra, ungefähr 320 km nördlich von Perth, entdeckt; ein weiterer Kupferdistrikt ist der am Phillips River. Queensland hat im Jahre 1903 5000 t Kupfer erzeugt; von den dortigen Kontaktlagerstätten soll späterhin die Rede sein. Die gesamte Kupferproduktion Australiens und Tasmaniens, wo die Gruben um den Mount Lyell die wichtigsten sind, hat im Jahre 1903 29500 t betragen.

Auf der Grube Kef-um-Thebul in Algier,[3]) nahe der tunisischen Grenze und 5 km vom Meer entfernt, setzt ein Gang in Mergelschiefern, Mergeln und Sandsteinen tertiären Alters auf. An der Ausfüllung beteiligen sich in inniger Mengung Eisen- und Kupferkies, Blende, Bleiglanz und als Gangarten vorwaltender Quarz, untergeordneter Schwerspat. Der Goldgehalt ist sehr gering, der Silbergehalt beträgt im Bleiglanz 0,1—0,2 %. Kef-um-Thebul war noch im Jahre 1893 nach den Eisengruben von Mokta die wichtigste Mine von Algier; jetzt scheint sie außer Betrieb zu sein. Die wenig wichtigen Fahlerzvorkommnisse bei Mouzaia usw. sollen später erwähnt werden.

---

[1]) Gurlt, Sitzungsber. niederrh. Ges., 1875, 60—62. — Phillips and Louis, l. c. 691—692. — v. Foullon, l. c. 1893, 116.

[2]) d'Achiardi, l. c. 381—382. Lit. — Phillips and Louis, l. c. 659—661.

[3]) Fuchs et de Launay, Gites minéraux, II, 269—271.



Deutsch-Südwestafrika[1]) ist sehr reich an Kupfererzlagerstätten verschiedener Art; fast nirgends aber hat bis jetzt der Bergbau, der sich nur mit der Gewinnung der reicheren Ausstrichzonen befaßte, eine nachhaltige Entwickelung erfahren. Die Lagerstätten sind durch verschiedene Gegenden des sehr weiten Gebietes verbreitet. Die Kupfererzlagerstätten zwischen dem Kuisib- und Swakop-Flusse, östlich und südöstlich von der Walfisch-Bai, im Damaraland hat Voit ausführlicher beschrieben. Das Gebiet besteht fast ganz ausschließlich aus Granit und mannigfachen kristallinen Schiefern, wie Gneis, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer, Quarzitschiefer, Chlorit- und Sericitschiefer, Tonschiefern, Phylliten und Graphitschiefern mit eingelagerten Kalksteinen und Marmoren. Längs des Oberlaufes des Kuisibflusses herrschen in südwestlicher Richtung streichende kristalline Schiefer ausschließlich; gegen NW. schließt sich daran eine Zone, in welcher die Schiefer von mehr oder weniger zahlreichen Granitdurchbrüchen durchsetzt und z. T. in mannigfache Kontaktgesteine umgewandelt sind. Diabasgänge, teilweise in großartiger Ausdehnung, durchziehen besonders die Granite. Kupfererzlagerstätten kommen nach Voit im Kuisib-Gebiete nur in den Gneisen und Schiefern vor. Sie sind zweierlei Art. Untergeordnet sind kurze, die Schieferschichten unter sehr spitzen Winkeln durchsetzende Quarzgänge mit etwas Schwefel- und Kupferkies oder etwas Kupferglanz; der Goldgehalt dieser Gänge ist ganz gering.[2]) Die zweite Art des Vorkommens wird von Voit als ein fahlbandartiges bezeichnet. Eisen- und Arsenkiese, Kupferkies und Kupferglanz folgen als Imprägnationen, teilweise auch in papierdünnen bis dickbankförmigen Lagen gewissen Quarzitschichten, welche mit Vorliebe an die Nachbarschaft von Amphiboliten in der südöstlichen Gneisglimmerschieferzone gebunden sind. Bei der Gorap-Grube im Süden bilden bis 2 m mächtige Quarzlinsen einen ungefähr 5 km langen Lagerzug. Der Quarz selbst ist nur wenig erzführend, der in seinem Hangenden liegende Glimmerschiefer dagegen dicht mit Erzen durchwachsen, die an der Oberfläche in allerlei sekundäre Verbindungen, u. a. auch Volborthit, verwandelt sind. Weitere ähnliche Kupferlagerstätten sind auf der 16 km westlicher gelegenen Hope- und auf der gegen 30 km südwestlich von Windhuk liegenden Matchleß-Grube vor Jahrzehnten in Abbau genommen worden. Bei Otyozonyati im Quellgebiet des Swakopflusses soll ein Biotitgneis von rutil- und teilweise feldspatführenden Quarzgängen durchquert werden; sie scheinen dort sehr reich an Kupfererz zu sein, wo sie kiesführende Gneisschichten durchsetzen.

Auf der schon vor Jahren gegründeten, jetzt aufgelassenen Sinclair-Grube im westlichen Groß-Namaqualande, 150 km O. von der Hottentotten-

[1]) Zerrenner, Reise des Ingenieurs A. Thies nach den Kupferbergwerken Namaqua-Lands in Südafrika; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIX, 1860, 41—43, 53—54. — Knop, Über die Kupfererz-Lagerstätten von Klein-Namaqualand und Damaraland, ein Beitrag zur Entwickelungsgeschichte der Kupfer-Erze; N. Jahrb., 1861, 513—550. — Höpfner, Die Kupfererzlagerstätten von Südwestafrika; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIII, 1884, 81—83, 94—96. — Stapff, Karte des unteren Khuiseb-Tales; Peterm. Mitt., XXXIII, 1887, 202—214. — Macco nach Schmeisser, Die nutzbaren Bodenschätze der deutschen Schutzgebiete; Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 28—33. — Kuntz, Kupfererzvorkommen in Südwestafrika; ebenda 1904, 199—202, 402—405. — Voit und Stollreither, Beiträge zur Geologie der Kupfererzgebiete in Deutsch-Südwestafrika; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1904, 384—430. — Die Erzlagerstätten am Kuiseb in Deutsch-Südwestafrika; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 229—230.

[2]) In seiner soeben erschienenen Abhandlung bestreitet Voit das in diesem Buche (S. 632) nach Gürich erwähnte Vorkommen von Wismut auf den goldhaltigen Quarzgängen von Ussis.



Bai, wo ähnliche geologische Verhältnisse herrschen wie in dem nördlicheren kupferführenden Gebiete, treten die kupferführenden Quarzgänge in Apliten auf, die einen grobkörnigen Granit gangförmig durchschwärmen und selbst wieder älter sind als ein benachbarter Diabasgang. Der Haupterzgang der Grube ist dort, wo er sich nicht in Trümer zerschlägt, 4,5 m mächtig und führt außer Quarz besonders in einem der Trümer bis faustgroße Massen von Kupferglanz. daneben Malachit, Kupferlasur, Atakamit und Schwarzkupfererz. Das wichtigste Kupfererzvorkommen von Deutschsüdwestafrika ist das im Otavigebirge im Norden des Hererolandes (Damaraland). Nach der Beschreibung von Kuntz gehört es zu den Höhlenfüllungen oder metasomatischen Lagerstätten und soll bei diesen ausführlicher erwähnt werden.

Die Albert Silver Mine,[1]) 80 km nordöstlich von Pretoria in Transvaal, baute auf dem silberführenden Ausstrich eines Kupfererzganges. Ein feinkörniger, teilweise porphyrartiger Granit, das herrschende Gestein der Gegend, wird von einem Olivindiabas in mehrere hundert Fuß Breite und mindestens 3 km weit in W.—O. Richtung durchsetzt. Am südlichen Kontakt zwischen beiden Gesteinen liegen zahlreiche quarzige Gangtrümer, die sich in 45 m Teufe zu einem bis zu 3 m mächtigen Gang vereinigen sollen. Sie führten im Jahre 1893 Eisenglanz, feinschuppiges und dichtes Roteisenerz, Buntkupfererz, silberhaltiges Fahlerz und Kupferkies und hatten einen durchschnittlichen Silbergehalt von 0,075 %. Der Olivindiabas selbst ist mit Erz imprägniert. Der Gang war 450 m weit im Streichen aufgeschlossen worden.

b) Gänge mit Kupferkies und viel Karbonspäten, Schwerspat oder Flußspat neben Quarz.

Auf den Gängen dieser Art ist das Mengenverhältnis zwischen dem Erz — vorwiegend Kupferkies, mitunter mit reichlichem Fahlerz — und den Gangarten und zwischen den letzteren unter sich ein so wechselndes, daß das mineralogische Gepräge der Lagerstätten sogar in demselben Ganggebiete ein sehr wenig einheitliches werden kann. Von den Karbonspäten sind eisenhaltige, also besonders Siderit, verbreitet. Mächtige Gänge, auf welchen das Kupfererz in untergeordneter Menge vorkommt und sich leicht von dem Siderit scheiden läßt, werden seit langer Zeit im Siegerland, neuerdings z. B. auch in Oberungarn als Eisensteingänge abgebaut. Ein Wechsel in der technischen Bedeutung solcher Lagerstätten vollzog sich mitunter dann, wenn die Kupfererzmittel erschöpft waren. Manche Kupferkiesgänge enthalten so reichlichen Schwerspat, daß sie in den erzärmsten Zonen des Ganggebietes auf dieses Mineral bearbeitet werden können, wie z. B. zu Lauterberg im Harz, andere Angehörige dieser Verwandtschaft haben als Flußspatgänge Bedeutung, wie bei Stolberg oder Plauen. Zwischen den Kupferkies-Spateisensteingängen und den karbonspätigen Kobalt-Nickelerzgängen bestehen enge Beziehungen und Übergänge.

Vom bergmännischen Gesichtspunkte aus sollen die Gänge dieser Gruppe unterschieden werden in:

α) Kupferkiesgänge mit viel Karbonspäten, Schwerspat oder Flußspat.

β) Kupferführende Spateisensteingänge.

[1]) Briefliche Mitteilungen und Sendungen von A. Görz und v. d. Busche an Stelzner. — Südafr. Wochenschr., I, 1893, No. 23. — Hatch and Corstorphine, The Geology of South Africa, 1905, 192.



α) Kupferkiesgänge mit viel Karbonspäten, Schwerspat oder Flußspat neben Quarz.

Bei **Imsbach,**[1]) am Südfuße des Donnersberges in der Pfalz, ist Porphyr längs mehrerer ihn vom Rotliegenden trennenden Bruchlinien von Kupfer- und Kobalterz führenden Spalten durchzogen und mit Erzen imprägniert. Diese sind im wesentlichen Malachit, Lasur und silberhaltiger Kupferglanz, außerdem Kieselkupfer; sie sind begleitet von Kalkspat, Quarz und nur stellenweise auch von silberhaltigem Bleiglanz. Sehr selten ist gediegen Silber, außerdem findet sich Erdkobalt und Kobaltblüte. Auf der Grube Friedrich sind die Erze in nesterförmigen Anreicherungen an die Grenze zwischen Porphyr und Melaphyr gebunden. Sieben Gruben haben sich mit dem Abbau dieser Kupfererze befaßt. Große Weitungen zeugen von dem von 1720—1730 durchgeführten Abbau solcher mehrere Meter breiten Imprägnationszonen auf der alten Grube Katharina. Stellenweise setzten die Erze bis in die angrenzenden Schiefertone fort. Zu bemerken ist das Vorkommen eines echten Erzganges mit Kalkspat, Braunspat, Flußspat, Kobaltkies, Pyrit, Kupferglanz und Kupferkies auf der Grube Reiches Geschiebe. Solche Lagerstätten sind neuerdings 10 km weiter nördlich bei Kirchheimbolanden[2]) erschürft worden. Ähnlich waren auch die im Porphyrstock von Münster am Stein (Grube Prinz Alexander) südlich von Kreuznach abgebauten.

Bei **Steben** im Fichtelgebirge[3]) setzen zwei NW.—SO. streichende Gangzüge, der Mordlauer und der Friedensgrubener, hauptsächlich in kambrischen und silurischen Schichten auf. Bergbau ist dortselbst vielleicht schon vom XIII. bis ins XIX. Jahrhundert, zuletzt von 1845—1858 auf dem Friedensgrubener Gang getrieben worden. Der Mordlauer Gang ist nur da erzführend, wo er silurischen Kieselschiefer durchsetzt, im übrigen ein tauber Quarzgang. Der Friedensgrubener Gang führt Quarz, Chalcedon, Eisenspat, Flußspat, Kupferkies, vereinzelte Nester von Nickelerzen und sehr selten gediegen Wismut und Wismutocker, dazu eine Menge sekundärer Kupfer- und Eisenverbindungen und vereinzelt Nickelblüte. Er war im XVIII. Jahrhundert auf Kupferkies (von 1750—1760 jährlich 280 Zentner), späterhin fast nur noch auf die Eisenerze bearbeitet worden. Im Norden der Stebener Gänge liegen u. a. die mineralogisch verwandten Nickelerzgänge von Lobenstein. Über die Natur der schon im XIII. Jahrhundert abgebauten Lagerstätten von Kupferberg[4]) im Fichtelgebirge läßt sich nichts mehr sagen; nach Gümbel setzten sie in cambrischen Schiefern auf. Hier sollen beiläufig auch die zahlreichen Flußspatgänge des Thüringer Waldes[5]) erwähnt werden.

---

[1]) Gümbel, Geologie von Bayern, II, 1894, 983—985. — Ders., Verh. Nat. Ver. f. Rheinl. u. Westf., VII, 1850, 86—88. — Valentin, Über ein Melaphyrvorkommen in den Kupfererzgruben von Imsbach in der bayer. Pfalz; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIII, 1894, 97—98.

[2]) Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 299.

[3]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, 1879, 400—409. — Ders., Geologie von Bayern, II, 562.

[4]) Ders., Fichtelgebirge, 394—396.

[5]) Heim, Geologische Beschreibung des Thüringer Waldgebürges, II, Abt. 5, 1806, 127—132. — v. Fritsch, Geognostische Skizze der Umgegend von Ilmenau am Thüringer Walde; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XII, 1860, bes. 140. — Loretz, Bemerkungen über das Vorkommen von Granit und verändertem Schiefer im Quellgebiet der Schleuse in Thüringen; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1886, bes. 287—288. — Zimmermann, ebenda für 1891, XL—XLI.

Von den Schwarzwälder Gängen könnten hier auch diejenigen der Gruben Friedrich Christian und Herrensegen im **Schapbach**-Tale erwähnt werden (s. S. 780); die letztere war nach Vogelgesang in der Zeit von 1816—1836 eine Kupfergrube, indem sie in diesem Zeitraume 11300 Ztr. Kupfer- und nur 1165 Ztr. Bleierze förderte. Reiner entwickelt sind die erzarmen, in meist kleinkörnigem, porphyrartigem Granit aufsetzenden Gänge bei Ripoldsau, Schapbach und im Sulzbächle, welche nur sehr selten Bleiglanz, reichlichen Baryt und etwas Kupferkies sowie Fahlerz enthalten. Erze der Kobaltsilberformation brachen gelegentlich mit ein. Über die Fahlerz, Kupferkies, Kupferwismutglanz und allerlei Zersetzungsprodukte führenden Quarz-, Baryt- und Eisenspatgänge, die bei Freudenstadt und Bulach längs Verwerfungsspalten im unteren Wellendolomit und im Buntsandstein auftreten, hat Sandberger[1]) berichtet.

Südlich von Plauen im Vogtlande[2]) hat verschiedentlich Bergbau auf Gängen mit Kupfererzen, sekundären Eisenerzen, Quarz und Flußspat stattgefunden. Als erstere sind zu nennen: Kupferkies, Buntkupfer (Homichlin), Malachit und Kupferlasur, Ziegelerz, Kieselkupfer und gediegen Kupfer. Der wichtigste ist der Gang von **Schönbrunn;** er ist bis zu 25 m mächtig, bezeichnet eine nordwestlich streichende Verwerfung zwischen silurischen und devonischen Tonschiefern, Diabas und Schalstein und wird jetzt auf Flußspat abgebaut.

Im Harz sind die hauptsächlichsten Kupferkies-Flußspatgänge diejenigen von Stolberg-Neudorf und von Lauterberg. Die ersteren zeigen alle Verwandtschaft mit den Neudorfer Bleierzgängen (s. S. 771), führen bald Flußspat und Kalkspat als vorwiegende Gangarten neben untergeordnetem Magnetkies, Kupferkies und ein wenig Bleiglanz, wie der Gang im Suderholz bei Straßberg, oder fast nur Flußspat und Spateisenstein mit wenig Kupferkies und Quarz, wie derjenige auf der Grube Luise, oder fast nur derben Flußspat mit ganz wenig Schwerspat, Spateisenstein und Kupferkies, wie das mehrere Meter mächtige Vorkommen im Flußschacht bei Stolberg. Diese bilden den Gegenstand einer sehr ergiebigen Flußspatförderung, die auf dem Flußschacht jährlich 15000 t erreicht; die Grube Luise liefert besonders schöne und große Kristalle.

Der Bergbau von **Lauterberg,**[3]) südlich von Andreasberg, beschränkt sich jetzt auf die Gewinnung von Roteisenstein am Knollen (S. 572) und auf den Abbau einiger, fast reiner Schwerspatgänge. Früher war besonders die Grube Luise Christiane bis zum Jahre 1833 auf einem nördlich der Stadt in h. 7—8 streichenden, auf etwa 4500 m Länge bekannten Gange tätig. Die Mächtigkeit dieses Ganges, der bis zur Porphyrmasse des Großen Knollens zu verfolgen ist, soll nach Lasius gegen 20 m betragen haben; er bestand aus einem sandig zerfallenden Gemenge von Schwerspat, Kalkspat, Gips, Quarz, Kupferkies, Buntkupfererz, Schwarzkupfererz und verschiedenen anderen sekundären Kupferverbindungen und setzte in silurischen Grauwacken und Tonschiefern auf. Stellenweise hat dieser Gang auch etwas silberarmen Bleiglanz enthalten. In seinem Liegenden fanden sich verschiedene Gänge mit Kalkspat, Bleiglanz, Kupferkies und Blende und ein Kupferkiesgang mit ähnlicher Füllung wie ersterer. 2—3 km weiter südlich streicht der Kupferroser-Aufrichtig-

[1]) Über die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt und Bulach im württembergischen Schwarzwald; Sitz.-Ber. math.-phys. Cl. k. bayr. Ak. d. Wiss., XX, 1891, 281.

[2]) Weise, Erl. z. geol. Specialk. d. Königr. Sachs., Sekt. Plauen-Oelsnitz, 1887, 75—77.

[3]) Lasius, Beobachtungen über die Harzgebirge, II, 1789, 340—346. — Blömeke, Die Erzlagerstätten des Harzes und die Geschichte des auf demselben geführten Bergbaues; Leob. Jahrb., XXXIII, 1885, 97—110.



keiter Gangzug, auf welchem u. a. unmittelbar bei Lauterberg die Grube Kupferrose baute. Dieser Gang enthielt große Massen von Anhydrit. Bekannt sind von Lauterberg die schönen honiggelben Flußspäte mit aufsitzendem Schwerspat. In der Nähe der Kupferrose baute die sog. Flußgrube auf Flußspat, der von Schwerspat und nesterweise von Bleiglanz und Kupferkies, sowie etwas Kupferglanz begleitet war.[1])

Die Kupfererzgänge von **Kamsdorf**[2]) und Saalfeld in Thüringen stellen eine besonders kupferreiche Ausbildung der später zu besprechenden Kobalt-Nickelrücken des Kupferschiefergebiets dar (S. 403). Die Gänge sind Verwerfungsspalten zwischen dem liegenden Culm-Grauwackenschiefer und den diskordant darüberliegenden Ablagerungen des Zechsteins; letztere sind vom Weißliegenden bis in den mittleren Zechstein (Fig. 95) vertreten. Mit recht schwankendem Einfallen, meistens zwischen h 8 und 10 streichend, aber im einzelnen selbst häufig auffällig gebogen und gewunden, sind die kupfererzführenden Rücken in großer Anzahl im Westen von Kamsdorf gegen Saalfeld und nach Osten zu bis über Könitz hinaus über ein 7,5 km langes und 2,5 km breites Gebiet verteilt und durch eine noch zahlreichere Menge von Gruben abgebaut worden. Sie durchziehen einen ebenso breiten, zwischen Culm im Süden und Buntsandstein im Norden gelegenen Streifen unter 5—10° N. einfallender Zechsteinschichten. Die durch sie bewirkten Verwurfhöhen schwanken zwischen wenig Zentimetern und 50 m. Die Erzführung schildert Beyschlag folgendermaßen:

1. „Das tiefste Erzniveau begreift den obersten Teil des Culm und das unterste Glied der Zechsteinformation, nämlich das Weißliegende mit dem Mutterflöz (d. i. eine mit Kupfererzschnüren und -Knoten durchsetzte Kalkbank im Liegenden des Kupferschiefers). Es kommen hier in Gesellschaft von Schwerspat, Braunspat und Kalkspat hauptsächlich Fahlerz, Kupferkies, Rotnickelkies und Speiskobalt vor.

2. Das mittlere Erzniveau umfaßt die zwischen den gegeneinander verschobenen Teilen des Kupferschieferflözes und den untersten Zechsteinkalklagen liegende Partie. In ihr treten herrschend mitunter recht silberreiche Fahlerze und andere Kupfererze, dann häufig brauner und gelber Erdkobalt, Kobalt- und Nickelblüte, Pharmakolith und Symplesit ($Fe_3(AsO_4)_2 . 8H_2O$) auf.

3. Das obere Erzniveau reicht vom Zechsteinkalk durch den Dolomit der mittleren Formationsabteilung und ist besonders durch das Vorkommen von schwarzem Erdkobalt, Kupferlasur, Malachit, erdigem, eisenschüssigen Kupfergrün und Brauneisenstein ausgezeichnet. In den höheren Zechsteinschichten sowohl, als andererseits in den tieferen Partien des Culm sind die Gänge erzleer."

Beyschlag gibt für Kamsdorf folgende Mineralienliste: Schwerspat bildet die Hauptmasse der Gangfüllung, Spateisenstein, wohl in mehreren Generationen, in großen Massen sowohl in den Gängen, wie metasomatisch im kalkig-dolomitischen

[1]) Lasius, l. c. 345—346.

[2]) Beyschlag, Die Erzlagerstätten der Umgebung von Kamsdorf in Thüringen; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1888, 329—377, Lit. — Liebe, Übersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens; Abh. preuß. geol. Landesanst., V, 4, 1884. — Tantscher, Beitrag zur Kenntniß der Kamsdorfer und der angrenzenden Flötzgebirge; Karst. Arch. f. Bergb. u. Hüttenw., XIX, 1829, 333—401. — Ders., Über den verschiedenen Silbergehalt der Fahlerze in den Camsdorfer Revieren; Karst. Arch. f. Min. etc., IV, 1832, 289—300. — Ders., Vorkommen, Gewinnung und Aufbereitung der Kobalterze in den Camsdorfer und angrenzenden Revieren; ebenda VII, 1834, 606—624. — Spengler, Zur Geschichte des Kamsdorfer Bergbaues in den letzten 150 Jahren; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XIV, 1866, 250—254.

Nebengestein (s. u.), Kalkspat sehr reichlich, ebenso Perlspat und Ankerit (Tautoklin); Antimonarsenfahlerz (15,05 Sb, 10,19 As), Arsenfahlerz, Kupferkies, samt Fahlerz hauptsächlichstes Erz, Bleiglanz selten, Schwefelkies untergeordnet, Rotnickelkies stellenweise häufig, Chloanthit mitunter massenhaft, Haarkies, Speiskobalt, Kupferglanz, Antimonglanz, gediegen Wismut; sekundäre Gebilde sind: Malachit, Kupferlasur, Rotkupfererz, Ziegelerz, Kupferpecherz, Tirolit, Kupfermanganerz, Kobaltblüte, Pharmakolith, Symplesit, Nickelgrün, schwarzer Erdkobalt, Brauneisenstein, Eisenocker, Pyrolusit, Wad, ged. Silber, ged. Kupfer, ged. Arsen, Aragonit, Gips und Asphalt, letzterer vielleicht aus dem bituminösen Kupferschiefer stammend.

Der ausschließliche Gegenstand des jetzigen Kamsdorfer Bergbaues sind die metasomatischen Spateisensteinlager, die unter dem Einflusse der in den Spalten sich bewegenden Eisenlösungen in den Zechsteinschichten entstanden; diese Umwandlung hat besonders die unterhalb des oberen bituminösen Mergelschiefers (Fig. 95) gelegene Zechsteinkalklage betroffen, doch sind auch die darüberliegenden Zechsteinkalke und -Dolomite in Eisenstein verwandelt oder wenigstens mit Eisenerz angereichert. Von diesen und anderen ähnlichen Erzlagern im Zechstein soll später noch ausführlich die Rede sein. Bei Kamsdorf sind sie im wesentlichen auf die südliche und östliche Umgebung des Ortes beschränkt.

Der Kupfererzbergbau begann angeblich bei Saalfeld schon im Jahre 1295, bei Könitz, östlich von Kamsdorf, im Jahre 1306, zu Kamsdorf selbst erst im XVI. Jahrhundert. Er dauerte bis 1867 und förderte von 1715 bis dahin 276000 Ztr. Kupfererz; die untergeordnete Kobalterzförderung belief sich nach Spengler von 1816—1865 auf nur 3260 Ztr. Erst im XVIII. Jahrhundert begann man zu Kamsdorf auch den Eisenstein zu verwerten, der seit 1872 eine ausschließliche Bedeutung erlangte. Die Förderung der „Vereinigten Reviere" betrug im Jahre 1903 5744 t Spateisen- und 66050 t Brauneisenstein.

Die Kupfererzgänge von **Mitterberg**[1]) bei Mühlbach, westlich von der Station Bischofshofen an der Salzach, sind die wichtigsten Kupfererzlagerstätten Österreichs und liefern durchschnittlich $^3/_4$ der Kupferproduktion des cisleithanischen Teiles der Monarchie. Sie gehören der im großen ganzen O.—W. streichenden, schon früher (S. 192—193) wegen ihrer Eisensteinlager erwähnten, aus Schiefern, Grauwackensandsteinen, Quarzsandsteinen und Kalk- und Dolomiteinlagerungen bestehenden silurischen „Grauwackenzone" an; über den silurischen

[1]) Stapff, Geognostische Notizen über einige alpinische Kupfererzlagerstätten; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXIV, 1865, 6—9, 18—19, 29—31. — Pošepný, Archiv f. prakt. Geol., I, 1880, 274—293. — v. Groddeck, Erzlagerstätten, 194—195. — Ders., Zur Kenntnis einiger Sericitgesteine, welche neben und in Erzlagerstätten auftreten; N. Jahrb., Beil.-Bd. II, 1883, 73—138. — Ders., Zur Kenntnis der grünen Gesteine (grüne Schiefer) von Mitterberg im Salzburgischen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXIII, 1883, 397—404. — Ders., Über Lagergänge; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIV, 1885, 281—284, 293—297. — Ders., Studien über Tonschiefer, Gangtonschiefer und Sericitschiefer; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. f. 1885, 1—52. — Gümbel, Geologische Bemerkungen über die Thermen von Gastein und ihre Umgebung; Sitz.-Ber. bayr. Ak. d. Wiss., 1889, 341—408. — Hering, Die Kupfergewinnung der Mitterberger Kupfergewerkschaft bei Bischofshofen im Salzburgischen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 215—218. — Rexhäuser, Geologisch-bergmännische Beschreibung des Bergwerksbetriebes der Kupfergewerkschaft Mitterberg bei Bischofshofen, 1902. Manuskript im Archiv der Clausthaler Bergakademie.

Schiefern und in nächster Nähe der Mitterberger Gruben erhebt sich aus einer Basis von Werfener Schiefern, untertriasischen Dolomiten und Muschelkalk die steil abfallende Masse des aus obertriasischem Hauptdolomit und dem rhätischen Dachsteinkalk bestehenden 2839 m hohen Hochkönig. Die höchsten Gruben liegen etwa 1500 m hoch. Die Schichtung der von den Erzgängen durchsetzten Schiefer verbirgt sich hinter einer Transversalschieferung, welche parallel den Gängen verlaufen kann; daraufhin hat Stapff die letzteren für Lager gehalten, und erst Pošepný erkannte ihre wirkliche Natur. Es gibt im Mitterberger Reviere 5 untereinander parallele, steil nach Süden einfallende Gänge; ihr Streichen ist im ganzen parallel der Grenze zwischen den triasischen und silurischen Schichten, also beinahe ostwestlich gerichtet. Drei dieser Gänge sind allein in Abbau genommen und auf 500—1000 m Länge verfolgt und aufgeschlossen worden. Weitere Lagerstätten sind in der näheren und ferneren Umgebung von Bischofshofen mit größerer oder geringerer Sicherheit nachzuweisen. Die Mitterberger Gänge sind wenige Zentimeter bis 6—8 m, im Durchschnitt 2—3 m mächtig. Ihre Füllung besteht hauptsächlich aus Bruchstücken des Nebengesteins, aus Quarz, Siderit und Ankerit; diese Gangarten sind ungleichmäßig durch die Gangspalte verteilt. Dazu tritt eine bis zu 25 cm mächtige Lage von derbem Kupferkies bald im Hangenden, bald im Liegenden, bald in der Mitte des Ganges. Bis 1 cm große Kristalle des Minerals sitzen zuweilen samt solchen von Quarz auf Spateisenstein auf. Schwefelkies verdrängt stellenweise den Kupferkies; lokal findet sich Eisenglanz als Ausfüllung von Rissen in Siderit und Ankerit. Untergeordnet ist das Vorkommen von Kalkspat, Arsen- und Nickelkies und von quecksilberhaltigem Arsenfahlerz, durch dessen Verwitterung sich wohl der gelegentlich auftretende Zinnober bildete. Berühmt sind die prächtigen Arsenkieskristalle, welche in dem dichten, grauen oder wachsgelben, das Salband bildenden Sericitschiefer eingewachsen sind. Die Struktur der Gänge ist meistens die massige, selten die lagenförmige; die reicheren Erzmittel besitzen streichende Längen von wenigen bis zu 300 m und sind in der Gangebene unter 60° gegen Westen geneigt. Das eigentümliche, teilweise dunkle („blaue"), teilweise gelbliche oder grünliche und dann von Stapff als Lagerschiefer bezeichnete Gestein, welches in der Hauptsache das Nebengestein der Mitterberger Gänge ausmacht, ist nach v. Groddecks Untersuchungen ein Gemisch von vorwaltendem Sericit, von Kalkspat, Breunnerit, Quarz, wenig Apatit und Schwefelkies und nach seiner Zusammensetzung sehr ähnlich dem „weißen Gebirge" der Holzappeler Gänge. Wie dieses, wird es als ein Produkt der chemischen Vorgänge bei der Gangfüllung aufzufassen und aus Tonschiefern hervorgegangen sein.

Nicht nur die oberflächlich erkennbaren Spuren, sondern vor allem die in den Gruben selbst angetroffenen Werkzeuge und andere Überbleibsel lassen ein bis in prähistorische Zeiten reichendes Alter des Mitterberger Kupferbergbaues erkennen.[1]) Seit dem II. Jahrhundert n. Chr. bis zum Jahre 1827 scheint der Bergbau stillgelegen zu haben und geriet in Vergessenheit. Von da an und

[1]) Much, Das vorgeschichtliche Kupferbergwerk auf dem Mitterberg bei Bischofshofen, 1879. — Ders., Die Kupferzeit in Europa, 1886.



besonders seit 1843 datiert die heutige Kupfergewinnung. Im Jahre 1902 sind zu Mitterberg 7032 t Kupfererze gefördert worden; die Mitterberger Hütte erschmolz 512 t Kupfer und erzeugte 34 t Kupfervitriol. Es sei noch erwähnt, daß auch am Bürgstein unterhalb St. Johann i. Pong. an der Salzach zu wiederholten Malen Bergbau auf Gängen versucht worden ist, die denen von Kitzbühel recht ähnlich sind.

Von den sehr alten, gleichfalls schon in prähistorische Zeit zurückreichenden Kupferbergbauen in der Nähe von **Kitzbühel** in Tirol,[1]) besonders den Gruben von Röhrerbichel, am Sinnwell, an der Kupferplatte, an der Kelchalp und am Schattberg haben nur noch die beiden letzteren eine geringe Bedeutung. Die Gänge am Schattberg, welche man gleichfalls für Lager und später für Lagergänge gehalten hat, treten in sehr unregelmäßig einfallenden und verschiedenartig beschaffenen Tonschiefern auf; sie „können als ein Komplex gangartiger Ausfüllungen von Spaltenräumen angesehen werden, welche, wie die Schiefer, ein sehr verschiedenes Streichen und Verflächen aufweisen, sich im allgemeinen den Krümmungen und Windungen der Schiefer anschmiegen, in der Streichungsrichtung vielfach verdrückt, gebogen, verworfen oder durch größere Schichtenstörungen hintereinander geschoben erscheinen und so den Anschein des Vorkommens von mehreren selbständig auftretenden Lagerstätten erhalten."[2]) (Dörler.) Ihre Mächtigkeit schwankt von der völligen Verdrückung bis zu 4 m. Der Kupferkies tritt samt Pyrit mitunter als einzige Gangfüllung auf, oder diese Erze sind nebst Fahlerz in den Quarz eingesprengt. Der Ankerit ist zu Kitzbühel untergeordnet, Schwerspat ist selten. Nickel- und Kobalterze kommen auch am Schattberg in ganz spärlicher Menge vor. Wie zu Mitterberg, so tritt auch längs der Gänge an der Kelchalpe, deren gegenwärtig nur einer abbauwürdig ist, ein gelblich-graues, selten rötliches, als „Falkenschiefer" bezeichnetes Gestein auf. Der Kupferkies bildet dort derbe Massen bis zu 1 m Mächtigkeit; sehr selten ist außer Pyrit Rot- und Weißnickelkies, Zinkblende und Bleiglanz zu beobachten.

Der jetzt ärarische Bergbau auf den Gruben Schattberg und Kelchalpe reicht bis zum Jahre 1762 bezw. 1769 zurück, die gleichfalls dem Staate gehörige Grube an der Kupferplatte hat sicher schon im XVII. Jahrhundert bestanden. Nördlich von Kitzbühel, nahe benachbart dem südlichen Absturz des aus triasischen Kalken usw. bestehenden Kaisergebirges, liegt die alte Kupfergrube am Röhrerbichel, berühmt als eine der tiefsten Europas. Sie wurde mit großem Erfolg im Jahre 1540 eröffnet und soll schon im Jahre 1597 eine Teufe von ungefähr 880 m erreicht haben; seitdem ist man zwar nicht mehr weiter in die Tiefe vorgedrungen, der Bergbau selbst wurde aber erst 1774 eingestellt.[3]) Von dem alten Bergbau bei Leogang, nördlich von Zell a. See, wo zuletzt hauptsächlich Nickelerze gewonnen wurden, soll späterhin noch die Rede sein.

Herrengrund[4]) (Urvölgy) in Ungarn, ein slovakischer Grubenort, liegt 12 km nördlich von Neusohl. Der jetzt staatliche Bergbau ist angeblich 800

[1]) Stapff, l. c. — Posepný, Die Erzlagerstätten von Kitzbühel in Tirol und dem angrenzenden Teile Salzburgs; Archiv f. pr. Geol., I, 1880, 257—440. — Dörler, Beschreibung der geologisch-bergmännischen Verhältnisse der Kupferkies-Lagerstätten bei Kitzbühel; Bilder von den Kupferkies-Lagerstätten bei Kitzbühel und den Schwefel-Lagerstätten bei Swoszowice, red. von v. Friese, herausgeg. vom k. k. Ackerbau-Ministerium, 1890.

[2]) Die zahlreichen Störungen kommen sehr schön auf Dörlers Bildern zum Ausdruck.

[3]) Siehe außer der von Pošepný zitierten Literatur auch: v. Isser, Ztschr. d. deutsch. u. österr. Alpenver., XV, 1884, 28—46.

[4]) v. Cotta, Die Erzlagerstätten von Herrengrund; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 58. — Ders., Gangstudien, IV, 1861, 41—45. — v. Fellenberg, ebenda 94—98. — Reisenotizen von Bergeat, 1898.



Jahre alt, gegenwärtig aber ganz unbedeutend und vernachlässigt. Die NS. streichenden Gänge setzen in einem sericitischen Sandstein oder Konglomerat von wahrscheinlich permischem Alter auf, die von eisenschüssigem Sandstein und Tonschiefern überlagert werden. In letzteren finden sich keine Erze. Die Gänge sollen sich oft ganz auskeilen, manchmal auch wieder gegen 1 m mächtig werden; ob bei diesen Mächtigkeitswechseln Störungen (Verwerfungen oder Verschiebungen) im Spiele sind, scheint nicht genauer erkannt zu sein. Erze sind vorzugsweise Kupferkies und Fahlerz, Gangart ist hauptsächlich Quarz, daneben auch Kalkspat, spärlicher Schwerspat, Gips und Aragonit, seltener Cölestin. Der als Verwitterungsprodukt einbrechende Herrengrundit ist ein basisches, wasserhaltiges Kalkkupfersulfat. Das ziemlich arsenarme Fahlerz enthält gegen 40 % Cu, 0,05 % Silber und kommt stellenweise in derben, bis 60 kg schweren Massen vor. Der Bergbau besaß eine sehr weite Ausdehnung: ein 2400 m langer Stollen entwässert die Baue bis zur Teufe von 356 m; der Ludovica-Schacht hat eine Tiefe von 416 m. Gegen Norden zu findet das Herrengrunder Gangsystem seine Fortsetzung in dem jetzt ruhenden Distrikt von Altgebirg; dort sind auch antimonitführende Quarzgänge bekannt geworden. Im Jahre 1898 produzierte man ungefähr 240 t aufbereitetes Erz mit 60 t Kupfergehalt.

Auf der Mürtschenalp[1]) am westlichen Ende des Walensees oberhalb Mühlehorn im Kanton Glarus hatte schon vor sehr langer Zeit Bergbau auf Kupfererze statt. Die wichtigeren Lagerstätten sind gangförmig und enthalten silberhaltiges Buntkupfererz, Kupferkies, Pyrit, Fahlerz, Eisenglanz, Eisenrahm und etwas gediegen Silber, daneben Kupferpecherz, Ziegelerz, Kupfergrün, Malachit, Lasur, Allophan und Kupfervitriol. Sehr merkwürdig ist das Vorkommen von Molybdänglanz, Molybdänocker und Uranglimmer. Neben vorwaltendem Dolomit bilden Quarz und wenig Kalkspat die Gangarten in diesen im permischen Sernfkonglomerat (Verrucano) aufsetzenden Trümerzügen. Gelegentlich einer vorübergehenden Wiederaufnahme des Bergbaues sind die Lagerstätten von Tröger und Stöhr genauer beschrieben worden.

Über unbedeutende Vorkommnisse von Kupfererzen z. T. mit sideritischer Gangart in den lombardischen Alpen haben d'Achiardi[2]) und Fuchs und de Launay[3]) Angaben gemacht.

Die in dem Küstenland zwischen Savona, Genua, Spezia und Livorno besonders den eocänen Fucoiden-Flysch durchbrechenden Gänge und bis zu 1 km langen und über 50 m mächtigen, stockförmigen Intrusionen von „Ophiolithen" bestehen nach Lotti aus Diabas, Gabbro („Euphotid", zumeist Diallag-Saussurit-Gabbro) und diallaghaltigem Serpentin, hervorgegangen aus Lherzolith. Hochgradige Zersetzung führte zur Bildung roter, häufig kugelig abgesonderter Massen, welche als „Gabbro rosso" bezeichnet werden. In den genannten Eruptivgesteinen treten fast allgemein Sulfide des Eisens und Kupfers, nur selten auch Bleiglanz und Blende auf, während die umgebenden Sedimente scheinbar niemals derartige Erze führen. Der weitaus wichtigste der da und dort auf solchen Kupfererzen unternommenen Bergbaue ist die Grube Caporciano bei **Monte Catini**[4]) im Bereich des Cecinatales,

---

[1]) Tröger, Über den Kupfer- und Silberbergbau der Mürtschenalp im Canton Glarus der Schweiz; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIX, 1860, 305—312. — Stöhr, Die Kupfererze an der Mürtschenalp und der auf ihnen geführte Bergbau, 1865, Lit.

[2]) I metalli, I, 330—331.

[3]) Gîtes minéraux, II, 273—275.

[4]) Caillaux, Über die Kupfererzlagerstätten im Großherzogtum Toscana; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVII, 1858, 372—373, 421—423; nach Bull. Soc. de l'Ind. Minér., III,



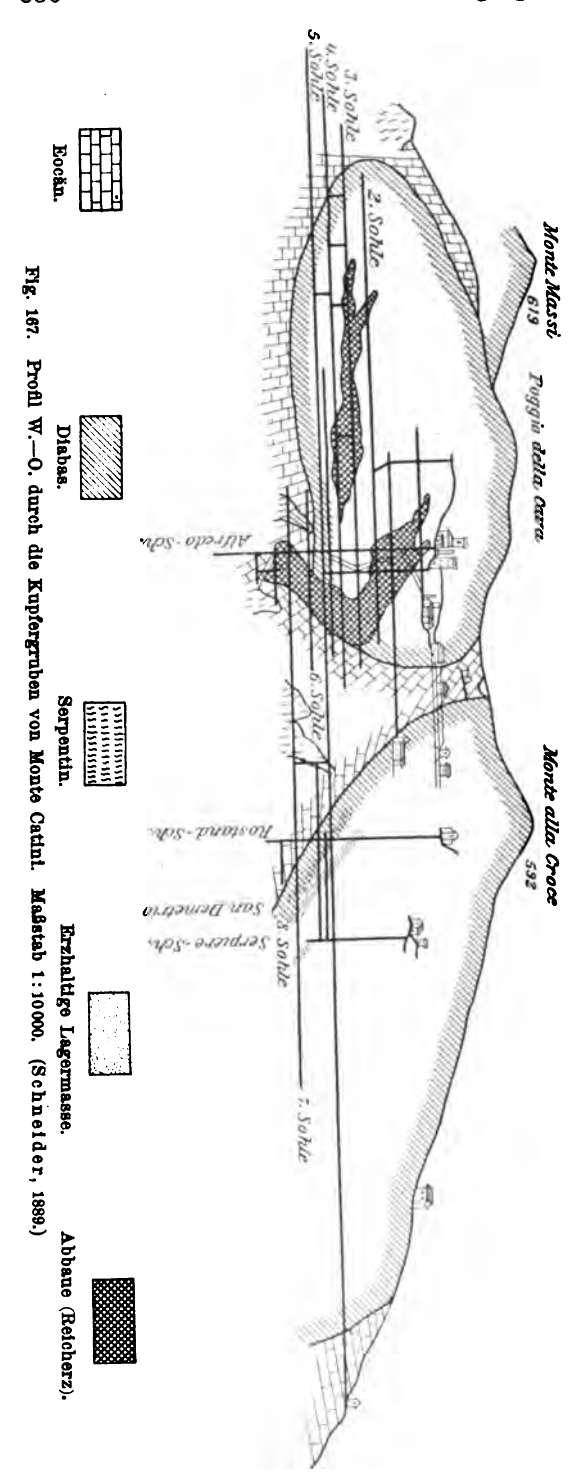


Fig. 167. Profil W.—O. durch die Kupfergruben von Monte Catini. Maßstab 1:10000. (Schneider, 1889.)

das zwischen Campiglia Marittima und Livorno ins Meer mündet, 15 km von der alten, ehedem durch ihre Bronze berühmten Etruskerstadt Volterra entfernt, eine der

216. — Burat, Théorie des gîtes metallifères, 1845, 208 bis 230. — Ders., Géologie appliquée, 3. Aufl., I, 1855, 322 bis 325. — vom Rath, Ein Besuch der Kupfergrube Monte Catini in Toscana; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVII, 1865, 277—298. — Ders., Naturw. Studien. Erinnerungen an die Pariser Weltausstellung, 1878, 296—298. — Reyer, Monte Catini; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLI, 1882, 325—327. — Ders., Aus Toscana, 1884, 40—65. — d'Achiardi, I metalli, I, 335 bis 339. — Mazzuoli, Appunti geologici sul giacimento cuprifero di Montecatini; Boll. d. Com. geol. d'Italia, 1883; Ref. Verh. k. k. Reichs-Anst., 1884, 64. — Schneider, La miniera cuprifera di Monte Catini in Val di Cecina; Appendice alla Rivista mineraria del 1889. — Lotti, La miniera cuprifera di Montecatini (Val di Cecina) e i suoi dintorni; Boll. Com. geol. d'Italia, 1884, No. 11—12; Ref. N. Jahrb., 1885, II, —413—. — Ders., La genèse des gisements cuprifères des dépôts ophiolitiques tertiaires de l'Italie; Mém. de la Soc. Belge d. Géol., III, 1889. — Ders., Die Kupfererzlagerstätten der Serpentingesteine Toscanas und deren Bildung durch Differentiationsprocesse in basischen Eruptivmagmen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 18—19. — Haupt, Der Bergbau der Etrus-

Hauptgruben der „Catena metallifera“ (s. S. 818). Der 619 m hohe Monte Massi, an dessen Südabhang das Bergstädtchen und die Grube liegen, ist eine

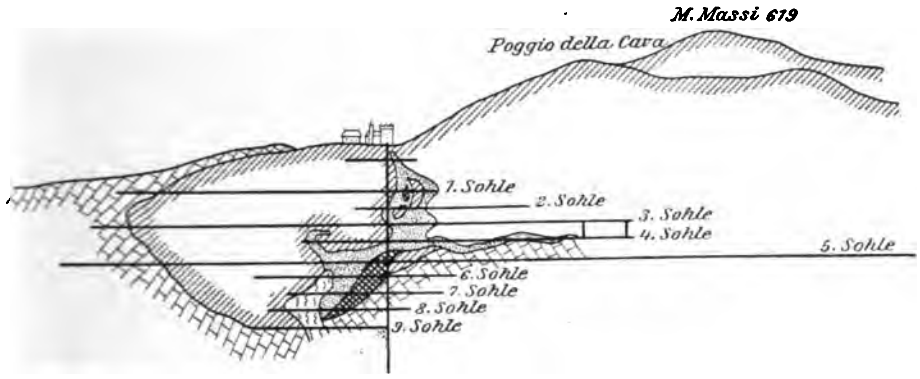


Fig. 168. Profil S.—N. durch den Alfred-Schacht bei Monte Catini. Zeichenerklärung s. Fig. 167. Maßstab 1:10000. (Schneider, 1889.)

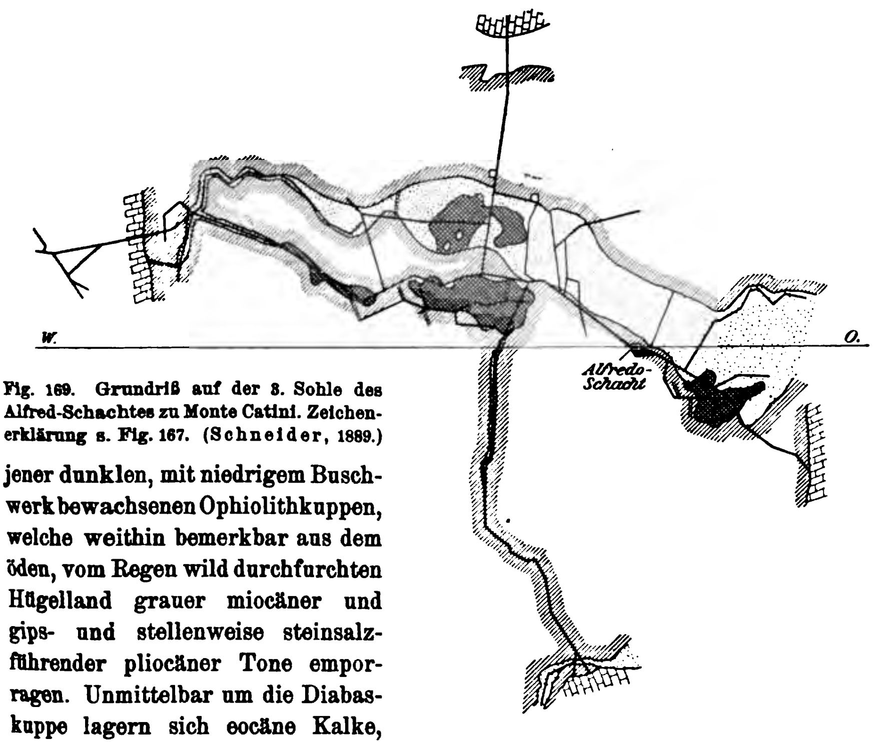


Fig. 169. Grundriß auf der 8. Sohle des Alfred-Schachtes zu Monte Catini. Zeichenerklärung s. Fig. 167. (Schneider, 1889.)

jener dunklen, mit niedrigem Buschwerk bewachsenen Ophiolithkuppen, welche weithin bemerkbar aus dem öden, vom Regen wild durchfurchten Hügelland grauer miocäner und gips- und stellenweise steinsalzführender pliocäner Tone emporragen. Unmittelbar um die Diabaskuppe lagern sich eocäne Kalke, Hornsteine, Sandsteine und Tonschiefer, die im Kontakt mit dem Diabase z. T. eine würfelige Absonderung angenommen haben und sehr stark gestört erscheinen

ker, dargestellt nach Erfahrungen, direkten geschichtlichen Nachrichten und mittelbaren Folgerungen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLVII, 1888, 61—62, 95—98, 107—110. — Reisenotizen von Bergeat, 1900.

(Fig. 167—168 und Tafel IV—V).[1]) Die Burg von Monte Catini liegt auf einem ganz fremdartigen Gestein, einem sehr glimmerreichen Trachyt. Durch die große Erzlagerstätte von Caporciano und die zwischengelagerten (dazwischen gefalteten?) sehr stark gestörten Eocänschichten ist die Diabasmasse in drei Teile zerlegt, deren wichtigster, von den Grubenbauen vielfach durchfahrener und untersuchter der südlichste ist. Wie die Abbildungen zeigen, treten in der Tiefe zum Diabas noch Serpentine und Gabbros („Granitone"); Serpentinlinsen kommen auch in den eocänen Schichten vor. Der Diabas ist vielfach variolitisch und im Kontakt mit dem Eocän sogar glasig erstarrt. In den Grubenbauen ist er sehr stark zersetzt, bald rotbraun, bald grün, zeigt Neigung zu kugeliger Absonderung und ist durchklüftet von Kalkspat- und Zeolithadern, auf denen sich mehr oder weniger Erzansiedelungen finden. Dort, wo sich die kleinere Diabasmasse von dem großen Diabasstock absondert, liegt die hauptsächlichste von den Erzlagerstätten. Dieselbe besteht aus einer talkartigen, sich seifig-fettig anfühlenden, oft fast tonig-plastischen Masse von wechselnder Mächtigkeit, welche aus der Tiefe, wo sie der Grenze zwischen dem Eocän und dem Diabas folgt, bis zu Tage ausstreicht. Sie hat bald die Farbe des Chlorits, bald ist sie rostfarbig infolge sekundärer Eisenoxydbildung. Die letztere Ausbildung kam besonders in höheren Teufen vor (Filone rosso), die erstere ist charakteristisch für die tieferen Partien der Lagermasse (Filone bianco). Diese beginnt zu Tage mit geringer Mächtigkeit, nimmt langsam zu und erreicht schon bei etwa 150 m Teufe ihre größte Breite von etwa 100 m. Über einer Aufwölbung des Eocäns teilt sie sich und ist weiterhin bis zu einer Teufe von 275 m verfolgt worden. Der Alfred-Schacht steht bis zu etwa 150 m im Diabas und der Lagermasse, ein weiteres Vordringen um etwa 100 m in das liegende Eocän ist erfolglos gewesen. Die Längsausdehnung der Lagermasse nimmt sehr rasch ab: sie ist bei 110 m unter Tage 700 m lang und verschwindet bei 275 m Teufe.

Die erzführende Masse stellt sicherlich in der Hauptsache nichts anderes dar, als eine gewaltige Störungszone, denn sie besteht vorzugsweise aus dem zersetzten Reibungsmehl und aus Bruchstücken des Diabases. Die talkartige Masse ist durchzogen von zahllosen Rutschflächen und durch solche von dem Eocän und dem Diabas getrennt.[2]) Als eine Zone chemisch und mechanisch veränderten Gesteins charakterisiert sie sich durch das Fehlen aller ursprünglichen Einschlüsse, durch ihre talkige Beschaffenheit und geringe Festigkeit, weshalb das Gestein häufig schon beim Transport in kleine Stückchen zerbröckelt, und vor allem durch ihren Gehalt an tatsächlichen Reibungskonglomeraten. Diese sind rund, elliptisch oder auch nur teilweise gerundet, hier und da auch fast walzenförmig

[1]) Die beiden Tafeln stellen ein sehr lehrreiches, aus bemalten Würfeln zusammengesetztes Modell dar, das im Direktionsgebäude zu Caporciano aufgestellt ist. Der Verfertiger, Herr Ingenieur Ridoni, hat mir in liebenswürdigem Entgegenkommen die Abbildungen zur Reproduktion überlassen. Bergeat.

[2]) Die Clausthaler Sammlung besitzt in ihrem reichen, von Herrn Direktor P. Marengo geschenkten Material kein einziges dem filone entstammendes Serpentinstück, und auch ich habe bei meiner Befahrung keinen Serpentin anstehen gesehen. Bergeat.



langgestreckt, gestriemt und glattpoliert und bestehen zunächst aus Bruchstücken des Nebengesteins (z. B. variolitischem Diabas, seltener auch aus Eocän) in allen Größen; ein großer Teil der Reibungskonglomerate wird aus Erzbruchstücken selbst gebildet. Die Lagermasse ist mitunter ganz durchspickt mit kaum wenige Millimeter dicken, gerundeten Körnchen von Erz.

Die Erzführung besteht in dem filone rosso aus gediegenem Kupfer und etwas Kupferglanz. Gediegen Kupfer bildet auf den Klüften der roten, lettenartigen Lagermasse Anflüge und Bleche und durchsetzt sie in zahnigen, zackigen Gebilden; überall trägt es die Anzeichen einer sekundären Entstehung. Auf Klüften und Drusen ist es begleitet von prächtigen Kristallisationen von Kalkspat, den es durchwächst, von Datolith und von allerlei Zeolithen, nämlich Analcim, Laumontit (Caporcianit), Natrolith (Savit) sowie Prehnit. Die Zeolithe begleiten übrigens auch das Erz im filone bianco. Wo die rote Lagermasse in die grüne übergeht, verschwindet das gediegen Kupfer und treten die Sulfide auf. Daraus ergibt sich, daß die rote Färbung des Lettens mit der Umwandlung der letzteren zusammenhängt.

Die Sulfide treten in dreierlei Weise auf. Erstlich kommen sie in Ausbuchtungen des Diabases längs der Gangmasse vor. Solche Sulfidanhäufungen fanden sich im oberen Teile der Grube dort, wo die Lagerstätte gegen Norden einfiel, insbesondere in ihrem Liegenden; in den tieferen Horizonten aber, wo eine Umbiegung der Gangmasse im entgegengesetzten Sinne statt hatte, im Hangenden, also meistens auf der gleichen Seite des südwärts gelegenen Diabasklotzes. Sie bildeten nach Burat salbandartige, absätzige Zonen längs der Wand des letzteren, hatten Mächtigkeiten von 0,10—2,20 m und Ausdehnungen von 20—30 m im Streichen und 10—15 m und darüber im Fallen. Es waren reine Massen bis zu 300 cbm Inhalt. Erzführende, meist von der Hauptgangmasse ausgehende Gangbildungen durchziehen den Diabas auch sonst noch. Zu den jüngsten Gebilden gehören echte Trümer von Kupferkies und schwarzer Zinkblende; Bleiglanz ist auf der Lagerstätte sehr selten, Markasit als Neubildung verbreitet. Auch Quarz und Chalcedon werden erwähnt, doch scheint mindestens der erstere keine große Rolle zu spielen. In großen Mengen sind zweitens Sulfide in der lettigen Masse enthalten und dann offenbar zum guten Teil in dieser zum Absatz gekommen; denn das Erz bildet darin vielfach ganz unregelmäßig umgrenzte, zackige oder eckige Ansiedelungen und feine Überzüge um die gerundeten Gesteinsbruchstücke. Drittens findet sich das Erz auch in gerundeten Stücken vor, welche äußerlich von einer glatten Hülle der Lettensubstanz überkleidet werden. Diese gleichfalls abgeschliffenen und mechanisch gerundeten Erzbrocken haben die mannigfachsten Dimensionen von ein paar Millimetern bis zu kolossalen Kugeln und Ellipsoiden von mehreren Kubikmetern.[1])

Solche Erzsphäroide oder, wenn sie kleiner sind, „Noccioli" genannt (noce, die Nuß), bestehen bald aus Kupferkies, bald aus Buntkupfererz oder Kupferglanz; häufig besteht aber auch der Kern aus Kupferkies, auf diesen folgen konzentrisch nach außen die kupferreicheren Sulfide, und die äußerste Schale

[1]) Zur Zeit meines Besuches war man gerade daran, eine solche Kugel von etwa 1 m Durchmesser freizulegen. Bergeat.



bildet gediegen Kupfer. Manchmal aber ist der Kern Buntkupfererz, das nach außen zu neuerdings in Kupferkies umgewandelt worden ist.[1]) Die Erzkugeln sind meistens ganz derbes, reines Erz; doch sieht man auch eine Durchwachsung des letzteren mit Kalkspath, und scheinbar sehr selten kommen auch Noccioli vor, welche im Innern einen mit Kalkspat überkleideten Hohlraum zeigen. Hier und da besteht auch der Kern eines im übrigen von Gangmasse gebildeten Einschlusses aus Erz: eine dünne Schale von gediegen Kupfer trennt dann auch wohl letzteres von der ersteren, das Sulfid ist also reduziert worden. Nach Lotti ist die Schalenfolge dieser Noccioli übrigens mitunter eine noch mannigfaltigere, indem an ihrem Aufbau auch noch Pyrit teilnehmen kann, so daß sich von innen nach außen folgen: Kupferkies, Buntkupfererz, Pyrit, Buntkupfererz; Kupferkies, Buntkupfererz, Pyrit; Buntkupfererz, Pyrit, Buntkupfererz.[1]) Der Erzgehalt der Lagermasse ist durchaus ungleichmäßig verteilt.

Die Entstehungsweise der Lagerstätte von Monte Catini ist verschieden gedeutet worden. Von der richtigen Erkenntnis des Wesens der Gangmasse, in welcher ein großer Teil des Erzes eingebettet liegt, hängt auch die richtige Deutung der Entstehungsweise des letzteren ab. Meneghini[2]) weist auf die gerundete Form und die geglättete Oberfläche der Einschlüsse in der Lagermasse hin und hält diese für „Bruchstücke eines erzreichen Serpentins, zertrümmert und emporgeführt durch schlammige Ströme von hydroplutonischer Entstehung“. Auch Burat (1845) spricht von Serpentin, der in Spalten emporgestiegen sei, Bruchstücke des Nebengesteins losgerissen und verkittet habe, und von einer Ansiedelung des Erzes in diesem Serpentin; von den Reibungserscheinungen spricht er nicht, hält vielmehr die gerundeten Erzstücke allgemein für Konkretionen. Da auch vom Rath die Lagermasse für einen Serpentin erklärte, so mußte ihm gleichfalls die Deutung mißlingen: „Vielleicht war dieser Serpentingang ursprünglich ein wasserfreies Magnesiasilikat, Olivin, und enthielt die Kupfer-Verbindungen in kleinsten Teilchen beigemengt. Bei der Umänderung in Serpentin mußten Störungen in der Lagerung der Masse, Reibungen und Zerstörungen stattfinden, und bei diesem allmählich fortschreitenden Prozesse könnten sich die Erzteilchen zu größeren Sphäroiden verbunden haben.“ Reyer hält die Lagerstätte für eine ursprüngliche Kluftfüllung; durch fortdauernde Verschiebungen wurde sowohl ein Teil des Nebengesteins wie die derbe Erzfüllung zermalmt. Die Lagermasse ist ein Reibungsprodukt. Auch aus Lottis Schilderung (1884) könnte entnommen werden, daß die Gangmasse ein Produkt der Zermalmung des Nebengesteins sei. Später hat er dann angenommen, daß das Erz in feiner Verteilung in dem Gabbro enthalten und bei dessen Zersetzung in der talkigen Masse konzentriert worden sei (ähnlich der von vom Rath gegebenen Deutung); zuletzt aber erblickte er in den Sulfiden magmatische Differentiationen des Gabbros.

Wie schon gesagt, gehört die Hauptgangmasse von Monte Catini offenbar einer zwischen zwei Diabasstöcken eingeschalteten gewaltigen Störungszone an, und ihr Material ist, wenn man von den darin liegenden Gesteinsschollen und -Stücken absieht, ein Reibungsprodukt und nicht ein Serpentin. Die in der Kluft enthaltenen Erze sind epigenetisch. Der Erzabsatz mag ursprünglich in der Kluft selbst erfolgt und eine echte Gangbildung gewesen sein; man darf dann wohl mit Reyer annehmen, daß durch Pressungen diese Erzabsätze teilweise wieder losgerissen, zerquetscht und die Blöcke zu kleinen und größeren gerundeten und polierten Reibungskonglomeraten geworden sind. Lösungen haben das Gesteinspulver zu talkigen Massen zersetzt, die Bildung von Zeolithen und Kalkspat

---

[1]) Vergl. denselben Vorgang auf den Kupfererzgängen von Redding (S. 823).

[2]) Rapporto sulla miniera di Bisano; Bull. soc. géol. d. France (2), XIII. Zitiert von vom Rath.



verursacht und vielleicht weitere Kupfererze zugeführt oder die alten teilweise aufgelöst und verlagert. Durch sekundäre Prozesse erfolgte die Umwandlung des Kupferkieses zu Buntkupfererz, Kupferglanz und gediegen Kupfer. Teilweise ist wohl der Kupferglanz und das Buntkupfererz durch Erzlösungen späterhin wieder zu den eisenreicheren Sulfiden rückgebildet worden. Die Herkunft der erzführenden Lösungen ist eine Frage für sich; jedenfalls sind die Kupfersulfide nicht durchmischt mit Gemengteilen des Diabases, Gabbros oder Serpentins, und nichts weist darauf hin, daß sie etwa magmatische Ausscheidungen seien. Ein genetischer Zusammenhang zwischen den Erzen und den Eruptivgesteinen ist im übrigen zweifellos; der früheste und vielleicht auch der spätere Absatz der Kupfererze kann als eine Nachwirkung der Eruption und am richtigsten als eine hydatogene Spaltenfüllung betrachtet werden.

Etrurien war schon im Altertum wegen seines Kupferreichtums berühmt, und auch Monte Catini mag den Bewohnern der Bergfeste Velethri (Volterra) schon bekannt gewesen sein. Indessen scheinen sichere Nachrichten nur bis 1513 zurückzureichen.[1] Im Pestjahre 1630 kam der Bergbau zum Erliegen, um 1830 wurde er wieder aufgenommen und erreichte im Jahre 1855 seine höchste Produktion von 2700 t Erz mit einem Durchschnittsgehalt von etwa 30% Kupfer. Die Gesamtausbeute von 1830—1878 hat 50115 t im Werte von 17—18 Mill. Mark betragen. Um 1880 war die Ausbeute noch 1100 bis 1300 t, im Jahre 1890 1865 t, 1900 1025 t. Jetzt sind die alten Erzmittel von Caporciano fast völlig erschöpft, der Betrieb fast eingestellt.

Man wird nicht nur die Herkunft der Erze, sondern auch die Entstehung der ihrer Ansiedelung dienenden Spalten und endlich vielleicht sogar die längs derselben vor sich gegangenen Bewegungen, Reibungen und Pressungen auf das Emporsteigen der Eruptivgesteine selbst zurückführen dürfen. Daß die Lagerstätten von Monte Catini, wiewohl sie scheinbar nur im Diabas auftreten, doch auf den in der Tiefe verbreiteten, ihm zweifellos „blutsverwandten" Serpentin zurückzuführen sind, dürfte sich daraus ergeben, daß nicht nur in Italien, sondern auch anderswo ähnliche Lagerstätten an Serpentin gebunden sind. In einzelnen Fällen dürfte allerdings die Natur des Nebengesteins nicht ganz sicher sein. So gibt es in Toskana noch eine ganze Reihe solcher Kupfererzlagerstätten, welche teilweise einmal abgebaut wurden, jetzt aber alle außer Betrieb stehen. Die wichtigste davon ist die von Rocca Tederighi am Poggio alto bei Rocca Strada, südöstlich von Massa marittima.[2] Auch hier liegen die „Noccioli" von Buntkupfererz und Kupferkies in einer talkigen, bis zu 10 m mächtigen Gangmasse, welche scheinbar einer Störung ihre Entstehung verdankt. Die Lagerstätte ist schon in sehr früher Zeit abgebaut worden und hat noch 1878 über 300 t Erz ergeben. Am Monte Vaso ist die Lagerstätte an die Grenze zwischen Serpentin und den hangenden Sedimenten gebunden, zu Monte Castelli soll sie auf der Grenze zwischen Serpentin und Gabbro angetroffen worden sein. Ähnliche Beziehungen zeigen auch die Vorkommnisse von Miemo, Cetine, Terriccio-Rosignano, Monte Rufoli, S. Gimignano und eine große Zahl anderer in der Umgebung von Volterra zerstreuter Lagerstätten.[3] Vielleicht gehört hierher auch der Filone della Sassa im Val di Cecina, über welchen

[1]) Über die merkwürdige und wechselvolle jüngere Geschichte des Bergbaues von Monte Catini siehe bei Reyer, Aus Toscana, 49—54. Nach Reyer soll das Maximum der Produktion im Jahre 1860 3000 t betragen haben. Siehe auch Caillaux, l. c. 423.

[2]) Burat, 1845, 221.

[3]) Siehe darüber näheres bei Burat, 1845, 221—230. — d'Achiardi, I metalli, I, 338—339, mit zahlreichen Erzanalysen. Lit. — Lotti, La miniera cuprifera di Monte Catini, 1884, 31—33. — Reyer, Aus Toscana, 171—175. — Caillaux, l. c. 421—423.



Lotti[1]) berichtet hat. Der Gang besteht aus zerriebenem Gabbro- und Serpentinmaterial mit Calcit und Quarz und enthält vorzugsweise Blende, daneben Bleiglanz, etwas Kupferkies und Pyrit. Die Gangmasse ist silberhaltig. Zu einem Abbau scheint es nicht gekommen zu sein. Auch an anderen Orten des oberitalienischen Küstenstriches sind solche Kupfererzlagerstätten bekannt, welche nach Lotti ebenfalls an die Grenze zwischen „Serpentin" und Diabas gebunden sind: so am Monte Loreto bei Sestri Levante in Ligurien, zu Gallinaria bei Chiavari und zu Frassoneda bei Spezia.

In jedem einzelnen Falle aber dürfte eine genauere Untersuchung vor allem auch des als „Serpentin" bezeichneten Gesteines wünschenswert sein. Denn die älteren und neueren Beschreibungen Monte Catinis zeigen, daß unter dieser Benennung doch Dinge gemeint sein können, welche nicht diesem Namen entsprechen.

An die Nähe von Serpentinen oder an solche gebundene Kupfererzlagerstätten sind auch in Bosnien und Serbien bekannt. In Bosnien[2]) wird u. a. die Lagerstätte von Kamenica, nördlich von Dubostica (s. S. 36) von Katzer mit dem Vorkommen von Monte Catini verglichen und für eine echt gangförmige erklärt: „Sie setzt im Serpentin auf, der in der Gangnähe einen eigentümlich schlierig gequetschten oder brockigen Charakter annimmt und von zahlreichen Druckklüften und Gleitharnischen durchzogen wird. Der Gang ist stellenweise quarzreich und schwillt in diesem Falle bis auf 10 m an; in der Regel aber besteht seine Füllung nur aus zerpreßtem Serpentinmaterial, welches einmal vom Erz gewissermaßen breccienartig verbacken wird, ein andermal faust-, kopf- bis metergroße Knollen des Erzes einschließt, die gewöhnlich von einer Gleitharnische und Torsionsrillen aufweisenden Serpentinhülle umgeben sind." Das Erz ist hier ein Gemenge von vorherrschendem, etwas nickelhaltigem Magnetkies und Kupferkies; die quarzigen Mittel enthalten ein wenig Gold und Silber. Gangförmig sind auch jedenfalls mehrere von Antoula[3]) aus Serbien erwähnte, an Serpentine gebundene Vorkommnisse. Solche werden bei Rebelj und Wis[4]) am Povljengebirge abgebaut und sind in früheren Zeiten Gegenstand des Bergbaues an den Bergen Cemerno und Troglav gewesen. Auch die Kupfererzlagerstätten von Korsika[5]) stehen in offenbaren Beziehungen zu den Durchbrüchen basischer Eruptivgesteine. So baute die ehedem ziemlich bedeutende Grube Saint-Augustin recht unbeständige und absätzige Kupferkieslinsen im Kontakt zwischen eocänen Schiefern und Serpentin ab; ein recht geringfügiges Vorkommen von bald mit Pyrit durchwachsenem, bald ganz reinem Kupferkies (mit Spuren von Platin) kannte man am Col de San-Quilico; die Mine von Linguizetta baute auf Erz, welches an Kalkstein nahe dem Eruptivgestein gebunden war. Keine dieser Lagerstätten hat einen ausgiebigeren Abbau gewährleistet. Endlich sei noch erwähnt, daß auch die Kupfererzlagerstätten von Arghana Maden[6]) im Vilajet Diarbekr (Kleinasien) an Serpentin gebunden sein sollen. Der uralte Bergbau hat neuerdings wieder einen bedeutenden Aufschwung genommen; alljährlich sollen 1500 t Kupfer dortselbst erzeugt werden.

---

[1]) Rassegna Mineraria, VIII, No. 12, 1898.

[2]) Katzer, Die Schwefelkies- und Kupferkieslagerstätten Bosniens und der Hercegovina; Leob. Jahrb., LIII, 1905, 61—62, 68—71.

[3]) Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 57—61.

[4]) Beck und v. Fircks, Die Kupfererzlagerstätten von Rebelj und Wis in Serbien; Ztschr. f. pr. Geol., 1901, 321—323.

[5]) Nentien, Étude sur les gîtes minéraux de la Corse; Ann. d. Mines, (9), XII, 1897, 231—296, bes. 267—271.

[6]) Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 72; 1902, 65—66; 1903, 320. — Simmersbach, Die nutzbaren mineralischen Bodenschätze der kleinasiatischen Türkei; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LII, 1904, 515—557.

β) Kupferführende Spateisensteingänge.

Zu den wirtschaftlich wichtigsten, ältesten und in geologischer Hinsicht merkwürdigsten deutschen Bergbaudistrikten gehört das **Siegerland**;[1]) es umfaßt im weitesten Sinne den Regierungsbezirk Arnsberg im südlichen Westfalen, Teile im Norden der Provinz Nassau und im Osten der Rheinprovinz innerhalb der gefalteten Grauwacken, Grauwackenschiefer und Tonschiefer der zum oberen Unterdevon gehörenden Siegener Grauwackenformation. Es sind die Höhen des Sauerlandes, des Rotlagergebirges, des niederrheinisch-westfälischen Gebirges, der Kalteiche und des Westerwaldes, welche das bergig-hügelige Land durchziehen, dessen industriellen Mittelpunkt das alte Städtchen Siegen bildet (Tafel III). Die Gänge durchschneiden nach verschiedenen und z. T. im einzelnen recht wechselnden Richtungen die im ganzen SW.—NO. streichenden Schichten und tun sich zu vielen neben- und hintereinander liegend in bis zu mehrere hundert Meter breite und z. T. sehr lange Gangzüge zusammen; so erreicht der Gosenbacher Gangzug fast 6 km, der Schmiedeberger 11 und der Eiserfelder Zug 15 km Länge. Solche Gangzüge unterscheidet man bei Siegen nicht weniger als 16, die zum großen Teile Spateisenstein und untergeordnete Kupfererze, zum geringeren auch vorwiegend quarzige Silber-, Blei- und Zinkerze führen. Neben dem Spateisenstein, welcher weitaus das wichtigste Produkt darstellt, werden in geringem Umfang auch die Kupfererze nutzbar gemacht, ebenso findet noch einiger Bergbau auf Blei- und Zinkerze und neuerdings auf der Grube Grüner Löwe bei Siegen auch wieder etwas Kobaltgewinnung statt. Von den jetzt tätigen Eisensteingruben seien folgende genannt: Storch und Schöneberg, Alte Dreisbach, Honigsmund-Hamberg auf dem Gosenbacher Zug; Neue Haardt auf dem Schmiedeberg-Haardter Zug; Hollertszug, Eisenzecher Zug, Gilberg, Frauenberger Einigkeit auf dem Eiserfelder Zug; Apfelbaumer Zug u. a. auf dem Waldstolln-Kulnwalder Zug; Stahlert und Bollenbach auf dem gleichnamigen Gangzug; Friedrich Wilhelm u. a. auf dem Florz-Füßeberger Gangzug; Pfannenberger Einigkeit, Brüderbund, Eisernhardter Tiefbau, Grimberg

[1]) Becher, Mineralogische Beschreibung der Oranien-Nassauischen Lande, 1789, II. Aufl., 1902. — Nöggerath, Die Grube Stahlberg bei Müsen; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XI, 1863, 63—94. — Hilt, Die Eisensteinlagerstätte der Grube Louise bei Horhausen nach ihrem geognostisch-mineralogischen Verhalten und ihrer mutmaßlichen Bildung; ebenda XIII, 1865, 13—30. — Leybold, Geognostische Beschreibung des Ganggebietes der Eisenerzgruben Wingertshardt, Friedrich, Eisengarten, Eupel und Rasselskaute bei Wissen a. d. Sieg; Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1882, 3—47. — Schmeißer, Über das Unterdevon des Siegerlandes und die darin aufsetzenden Gänge, unter Berücksichtigung der Gebirgsbildung und der genetischen Verhältnisse der Gänge; ebenda 48—125. — Ders., Die Mineralien des Siegerlandes; ebenda 126—148. — Ribbentrop, Beschreibung des Bergreviers Daaden-Kirchen, 1882. — Hundt, Gerlach, Roth und Schmidt, Beschreibung der Bergreviere Siegen I, Siegen II, Burbach und Müsen, 1887. — Wolf, Beschreibung des Bergreviers Hamm a. d. Sieg, 1885. — Diesterweg, Beschreibung des Bergreviers Wied, 1888. — Katalog der Siegerländer Collektiv-Ausstellung zu Düsseldorf, 1902. — Simmersbach, Geschichte des Siegerländer Bergbaues; Glasers Ann. f. Gewerbe- u. Bauw., VIII, 1881, Heft 2 und 4.

auf dem Pfannenberg-Eisernhardter Zug; Bautenberg auf der Stahlseifer-Bautenberger Ganggruppe; Bindweide in dem Bindweider-Schutzbacher Gangbezirk; Friedrich bei Wissen auf dem Nister-Sieg-Gangzug; in früherer Zeit war berühmt der Stahlberg bei Müsen und die Grube Luise zu Horhausen bei Altenkirchen.

Die im Siegerlande auftretenden Erzgänge sind zwar in ihren Extremen nach ihrer Erzführung und dadurch, daß bald Quarz, bald Spateisenstein vorwaltet, verschieden, indessen doch mineralogisch durchaus verwandt, was durch Übergänge zum Ausdruck kommt. Demgemäß ist auch das Eisenerz fast niemals ganz rein, sondern durchwachsen mit Quarz, zeigt auch nach der Teufe zu mitunter eine unvorteilhafte Zunahme dieses Minerals, führt mehr oder weniger Kupferkies und Pyrit und ist wohl auch durchzogen von Bleiglanz- und Zinkblendetrümern. Besonders in den oberen Teufen brachen stellenweise, wie z. B. in der Gegend von Wissen und Müsen, Kupfer- und Bleierze in reichlicherer Menge und sind früher vielfach in größerem Umfange als heute abgebaut worden; in spärlicherer Verbreitung sind sie dem Spateisenstein auch noch in größerer Teufe treugeblieben. Der letztere ist hoch manganhaltig; im Ausstriche und sogar bis in recht bedeutende Tiefen, z. T. bis unter die jetzigen Talsohlen, ist er in Roteisenerz, Eisenglanz, zu allermeist aber in Brauneisenerz mit allerlei sekundären Manganverbindungen umgewandelt. Die bei der Überführung des Karbonates in den Brauneisenstein vor sich gehende Volumverminderung erzeugt Drusen von manchmal sehr bedeutender Größe, worin sich gut kristallisierte Neubildungen ansiedeln konnten. Der im frischen Erze häufig kaum bemerkbare Quarz durchzieht das Brauneisenerz in skelettartigen, zerhackt aussehenden Massen. Man hat übrigens stellenweise unter dem frischen Eisenspat nochmals eine Zone von Brauneisenstein gefunden.

Die in den oberen verwitterten Zonen einbrechenden Mineralien sind neben Brauneisenstein, Eisenglanz und Roteisenstein Rubinglimmer (Goethit), Lepidokrokit, Stilpnosiderit, Xanthosiderit, Polianit, Pyrolusit, Manganit, Psilomelan, Wad, Erdkobalt, Manganspat, gediegen Kupfer, Rotkupfererz, Kupferschwärze, Ziegelerz, Kupferpecherz, Kupferlasur, Malachit, Kupferindig, Kupferglanz, Chrysokoll, Wismutocker, Weißbleierz, Anglesit, Pyromorphit, Nickel- und Kobaltblüte, Eisen-, Kupfer- und Kobaltvitriol. Sehr selten ist Grüneisenerz (Kraurit); Kalkspat, Aragonit, Bitterspat, Braunspat und scheinbar seltener Schwerspat sind untergeordnete Gangarten. Die Zahl der primären, auf den verschiedenartigen Siegener Gängen einbrechenden Erze ist eine äußerst mannigfache: Pyrit, Markasit, Arsenkies; Kobaltglanz, Haarkies, Rotnickelkies, Gersdorffit, Ullmannit, Linneit, Speiskobalt;[1] Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz, Bleiglanz, Zinkblende, Antimonglanz, Wismutglanz, Zinnober, Federerz, Bournonit, Rotgiltigerz, Silberglanz; dazu ged. Silber und Quecksilber. Die

[1]) Siehe ferner Scheibe, Über Hauchecornit, ein Nickelwismutsulfid von der Grube Friedrich (Bergrevier Hamm a. d. Sieg); Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1891, 91—125. — Laspeyres, (Über Korynit, Wismutantimonnickelglanz [Kallilith], Sychnodymit, Polydymit, Ullmannit); Ztschr. f. Kristallogr., XIX, 1891, 8—21, 417—428.



meisten sind allerdings Seltenheiten. In der Gegend von Siegen hat eine zonare Trennung zwischen den vorwiegend bleiglanz-, zinkblende- und quarzführenden Gängen und den Spateisensteinkupfererzgängen statt, indem die ersteren mehr die zentralen, die letzteren mehr die peripheren Teile des Ganggebiets einnehmen. Während die weniger bedeutenden Gänge gern sulfidische Erze mit Quarz führen, beruht die Bauwürdigkeit der Spateisensteingänge in ihrer ganz ungewöhnlichen Mächtigkeit; eine solche von mehreren Metern ist gewöhnlich, sie steigt aber z. B. am Müsener Stahlberg bis zu 30 m, auf Storch und Schöneberg bis über 10, am Eisenzechergang bis zu 20, am Altenberger Gang bei Müsen sogar bis zu 40 m. Änderungen der Mächtigkeit sind im Streichen und Fallen sehr häufig. Oft ist das Liegende des Ganges schärfer abgegrenzt, als das Hangende, wo sich gern eine netzförmige Durchtrümerung des Nebengesteins beobachten läßt. Solche Nebentrümer gewinnen teilweise selbst und zwar auf Kosten des Hauptganges an Mächtigkeit und werden bauwürdig, oder der Gang löst sich im Streichen und Fallen in einen Trümerkomplex auf, wie am Müsener Stahlberg, der dabei eine Mächtigkeit von 55 m erreicht. Die Struktur der Gänge ist eine massige, und wiewohl Bruchstücke und Schollen des Nebengesteins in den Gängen verbreitet sind, sind Ringelerze doch sehr selten. Nur wo Bleizinkerze auftreten, bilden sie derbe Schnüre, während die Kupfererze nesterweise oder in feiner Vermengung durch den Spateisenstein verteilt sind. Die Gänge sind älter als die durch das Gebiet zerstreuten Basaltvorkommnisse, denn sie schleppen mitunter Basaltgänge oder werden von solchen durchbrochen, wobei der Spateisenstein zu Magnetit verändert wird (siehe S. 564).

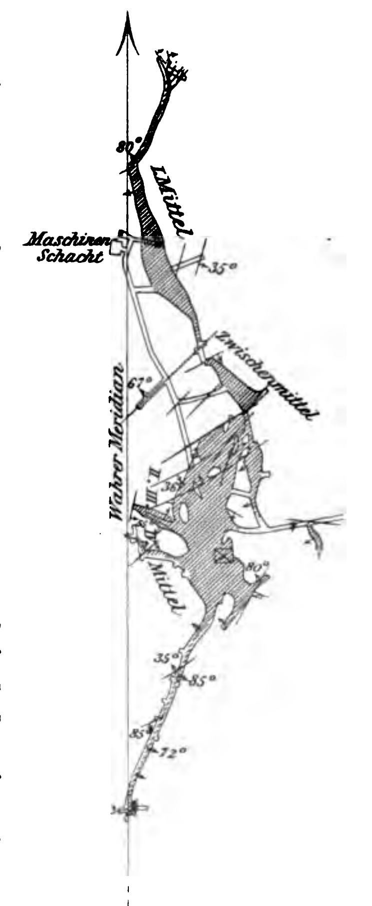


Fig. 170. Gang der Grube Hohegrethe, Revier Hamm. 2. Tiefbausohle. Maßstab 1:3000. (Wolf, 1885.)

Ungemein wichtig für den Siegener Bergbau sind die Störungen der Gänge, welche sich so vielfach zu wiederholen pflegen, daß die Lagerstätten oft das Bild hintereinander verschobener Erzlinsen oder -Platten bieten. Unter den „Deckelklüften“ versteht man Überschiebungen längs Blättern, die ungefähr im Streichen der Gänge verlaufen.[1]) Sehr gewöhnlich sind seitliche Verschiebungen längs

[1]) Köhler, Die Störungen in den Spateisensteingruben des Siegerlandes; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVIII, 1899, 217—219.

parallel der Schichtung des Nebengesteins verlaufender Ebenen, die vielleicht mit Schichtflächen selbst zusammenfallen mögen. Die Fig. 170 zeigt, wie verschieden zu beiden Seiten solcher Störungen die Mächtigkeit der Lagerstätte sein kann; der Betrag der Seitenverschiebung schwankt zwischen wenig Zentimetern und vielen Metern. Man faßt diese Art der Störungen bald als Gangablenkungen, bald als Folge von Gebirgsbewegungen auf. Gegen erstere Deutung scheint sehr häufig der geringe Betrag der Seitenverschiebung im Vergleich zur großen Gangmächtigkeit zu sprechen.

Der von Hilt ausführlich beschriebene Gang der Grube Luise bei Horhausen im Kreise Altenkirchen war 4—6, streckenweise auch 10 m mächtig, verlor aber an Mächtigkeit, wo die ihn begleitenden Nebentrümer mächtiger wurden. Er bewirkte eine deutliche Verwerfung des Nebengesteins. Als das „Ganggebirge" bezeichnete man einen veränderten, gebleichten, sogar in weißen Ton umgewandelten Schiefer, der die Lagerstätte besonders in Hangenden begleitet. Der Gang war 560 m weit aufgeschlossen; gegen Süden zu wurde er durch eine Basaltmasse abgeschnitten. Der Spateisenstein enthält 11,6 % $MnCO_3$, ist ebenso wie das aus ihm hervorgegangene Brauneisenerz durchtrümert mit Quarz und durchwachsen mit spärlichem Pyrit, Kupferkies, Bournonit, Fahlerz, Blende und Antimonglanz, seltener mit Speiskobalt und Rammelsbergit. In seinem südlichen Verlaufe schleppt der Gang einen Basaltgang und wird von ihm mehrfach durchsetzt; dabei ist der Spateisenstein in Magneteisen verwandelt worden, während sich an Stelle des Brauneisensteins dichter jaspisähnlicher Roteisenstein findet.

Bei Müsen war früher die Schwabengrube wegen ihres großen Reichtums an Fahlerz, Zinkblende und Kobaltnickelkies neben Kupferkies bekannt; diese Erze traten mit der Teufe zurück und der Gang führte nur noch Spateisenstein. Der berühmteste der Müsener Gänge war der Stahlberg am Martinshardt. Dieser Gang bestand im Süden aus einer bis 30 m mächtigen, z. T. im Tagebau abgebauten Masse, dem „Stock", welche durch den „Stuff" abgeschnitten wurde (Fig. 102, S. 475 und Fig. 109, S. 482). Letzteres war eine 10—14 m mächtige, den Schichten mehr oder weniger parallel liegende, von zahlreichen Lettenklüften durchzogene Gesteinszone, in welcher offenbar eine Gebirgsbewegung stattgefunden hatte, die nach Nöggerath aber zweifellos älter als der Gang sein soll. Der Stock setzte in Grauwacke auf und hatte eine Länge von 60 m; gegen Norden zu zerschlug er sich im Tonschiefer in mehrere, bis auf weitere 120 m verfolgbare und bis zu mehrere Meter mächtige Trümer. Er bestand aus fast reinem Spateisenstein, während die Trümer auch mehr oder weniger Quarz und z. T. ziemlich viel Sulfide führen. Der Stahlberger Bergbau ist einer der ältesten im Siegerlande, indem er schon im Jahre 1313 urkundlich erwähnt wird.

Fig. 171 gibt ein Bild von dem merkwürdigen Verlaufe des Gosenbacher Ganges auf der Grube Storch und Schöneberg bei Oberscheld. Der westöstlich streichende Gang wendet sich im „Schlitz" plötzlich auf eine Länge von 77 m nach Süden, erreicht hier seine größte Mächtigkeit und biegt dann wieder in seine erste Richtung um.

Einer der wichtigsten Gänge des Siegerlandes ist jetzt der Eisenzecher Gang. Er streicht im ganzen SSW.—NNO., biegt aber in seinem nördlichsten Verlaufe hakenförmig gegen NW. um; im Streichen ist er 2200 m weit erschlossen und allein in seinem mittleren, bis zu 20 m mächtigen Teil auf eine Länge von 160 m viermal durch seitliche Verschiebungen auseinandergerissen. Der Betrag dieser letzteren entspricht ungefähr der Gangmächtigkeit. Eine Seitenverschiebung von 60 m trennt dort das Feld der Grube Kirschenbaum von dem der Eisenzeche.



Die Kobalterzgewinnung ist jetzt auf den Siegerländer Gängen fast ganz eingestellt; auf den östlichen Gruben des Gosenbacher Gangzuges, wie auf Grüner Löwe, Alter Mann, Aline usw., sind indessen in früherer Zeit die von Quarz begleiteten Kobalterze sogar Hauptgegenstand des Bergbaues gewesen. Im Jahre 1903 förderte die Grube Grüner Löwe 65 t Kobalterz.

Die Siegener Eisenindustrie ist uralt; ihre Erzeugnisse waren schon im XIII. Jahrhundert weitberühmt, und im Jahre 1444 gab es schon 29 Hütten. Die ungeheure Zahl der früher tätig gewesenen Gruben hat sich noch im Laufe des XIX. Jahrhunderts stark verringert: im Jahre 1836 gab es bei Siegen noch 383, 1849 noch 259, jetzt sind in den Revieren Müsen, Siegen und Burbach nur noch 20 in Tätigkeit, welche unter vielfach gesteigerter Produktion sich auf den Abbau der reichsten Erzmittel beschränken. Ein Vorzug des Siegener Eisenerzes hat von jeher in seiner Phosphorfreiheit oder -Armut gelegen; die Erfindung des Thomasprozesses im Jahre 1878 mußte deshalb der Siegener Industrie verhängnisvoll werden und brachte Mitte der 1880er Jahre eine schwere Krisis

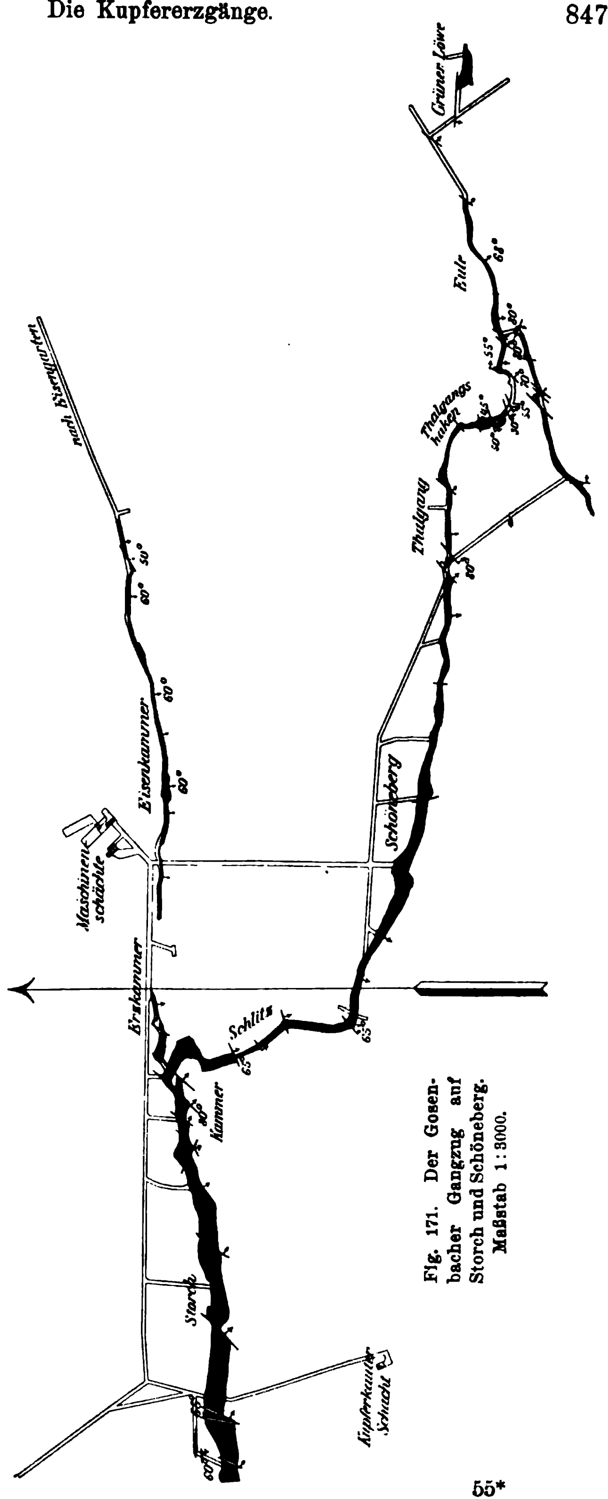


Fig. 171. Der Gosenbacher Gangzug auf Storch und Schöneberg. Maßstab 1 : 3000.

über sie. Im Jahre 1865 hat die Eisensteinproduktion um Siegen nur 180000 t betragen; sie belief sich im Jahre 1903 auf fast 900000 t.

Eine große Menge von kupfererzführenden Spateisensteinlagerstätten, die den Siegerländer Vorkommnissen mineralogisch ziemlich ähnlich sind, ziehen sich in **Oberungarn**[1]) ungefähr parallel dem Streichen des Gebirges etwa zwischen Rosenau, Dobschau und der Gegend von Kaschau hin. Während sie früher als Kupfererzlagerstätten abgebaut wurden, beruht ihre jetzige Bedeutung fast ausschließlich in den Eisenerzen; sie haben den Anlaß zur Gründung einer Eisenindustrie in dem benachbarten Hernadtal gegeben. Bei Zavadka, Dobschau, in der Bindt, bei Kotterbach, Hnilecz, Rostoken, Schwedler, Porács, Slovinka, Göllnitz, Ochtina, Szirk, Rosenau, Feketepatak und zahlreichen anderen Orten sind sie bekannt und teilweise in Abbau genommen worden. Die Gänge liegen mehr oder weniger konkordant zwischen eigentümlichen bunten, meistens grünen oder gelben sericitischen oder chloritoidischen Schiefern, die von rotem Konglomerat, roten Schiefern und Kalkstein unterlagert werden und denen devonisches Alter zugeschrieben wird. Im Hangenden der Schiefer hat man wenigstens Kohlenkalk gefunden. Ihr Aussehen vergleicht v. Groddeck mit dem des „weißen Gebirges“ von Holzappel, des Lagerschiefers von Mitterberg usw.[2]) Die Gänge können zumeist als Lagergänge bezeichnet werden.

Die Gangfüllung besteht hauptsächlich aus grobspätigem Spateisenstein, der in den Ausbissen und vor allem auch auf den Halden der alten Kupfergruben in Brauneisenstein umgewandelt ist, aus wechselnden Mengen von Quarz, Schwerspat, wenig Kalkspat, Kupferkies und Fahlerz. Die Erzgänge erreichen reine Mächtigkeiten von einigen Metern, tun sich aber auch zu Trümer- und Quarzzügen von sehr viel größerer Breite auf. Die einen Hauptgang begleitenden Nebengänge werden als „Fach“ bezeichnet. Die Struktur der Gänge ist eine massige, doch fehlen auch nicht schöne Kristallisationen von Quarz, Siderit, Kalkspat und Schwerspat in Drusen.

Die Gruben in dem Waldtale der **Bindt** werden in die große und die kleine Bindt unterschieden. Auf der ersteren ist der von mehreren Neben-

[1]) Zeuschner, Geognostische Schilderung der Gangverhältnisse bei Kotterbach (und Poracs) im Zipser Comitate; Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissenschaft, 1853, 619—631 und Ztschr. f. d. ges. Naturw., III, 1854, 7—21. — v. Andrian, Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1859, 39—40. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 306. — Faller, Reisenotizen über einige wichtigere Metallbergbaue Oberungarns; Jahrb. k. k. Bergakad., XVII, 1868, bes. 132—164. — vom Rath, Bericht über eine geologische Reise nach Ungarn; Sitzungsber. niederrh. Ges., 1876, bes. 147—154. — v. Groddeck, Über die Gesteine der Bindt in Oberungarn; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXXV, 1885, 662—676. — A. Schmidt, Mitteilungen über ungarische Mineralvorkommen; Ztschr. f. Krist., XII, 1887, bes. 102—113. — Helmhacker, Die Bergbaue von Slovinka und Göllnitz in Ungarn; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 233—234. — Reisenotizen von Bergeat, 1898.

[2]) Als Gabbro hat Zeuschner ausführlich die oben bezeichneten sericitischen Schiefer beschrieben. Seine Betrachtungen über das Zutun dieses vermeintlichen Gabbros zur Entstehung der Gänge sind gegenstandslos.



gängen begleitete, stellenweise unter Aufnahme von viel Schiefermitteln bis zu 24 m mächtige „grobe Gang“ der Hauptgang. Seine Mächtigkeit soll in der Teufe abgenommen haben. Haupterz ist Spateisenstein, daneben tritt in größeren Massen Ankerit und Quarz auf. Turmalin in bis zu 2 cm langen Nadeln ist ein höchst merkwürdiger Begleiter des Quarzes und der Karbonate, welche ihn umschließen. Kupferkies und Fahlerz, letzteres hier zurücktretend, finden sich unregelmäßig und spärlich zerstreut in dem Spateisenstein. Das Fahlerz ist ein Antimonkupferfahlerz mit wenig Arsen und Silber und einem ziemlich erheblichen Quecksilbergehalt. Das Mengenverhältnis zwischen dem Kupferkies und dem Fahlerz ist etwa 10:1, das der Kupfererze zum Spateisenstein etwa 1:3000. Schwerspat ist auf den Bindter Gängen kaum bekannt; selten findet sich Arsenkies, Zinkblende und, wohl als eine sekundäre Erscheinung, Eisenglanz. Der Arsenkies kommt auch hier, wie zu Mitterberg, in dem Nebengestein eingewachsen vor. Die Gruben von Bindt förderten im Jahre 1897 36000 t Spateisenstein.

Etwas anders sind die paragenetischen Verhältnisse auf der einige Kilometer östlich von der Bindt gelegenen Grube von **Kotterbach.** Spateisenstein, der früher auf die Halden geworfen wurde und heute, teilweise in Brauneisenstein umgewandelt, mit allerlei anderen Verwitterungsprodukten von dort gewonnen wird, ist auch hier Haupterz. Daneben tritt Quarz und sehr viel Baryt auf, das quecksilberhaltige Fahlerz (mit 17,3 % Quecksilber) überwiegt bedeutend den Kupferkies, neben dem sich auch Pyrit vorfindet. Der auf den Kotterbacher Gängen vorkommende Zinnober ist wenigstens teilweise aus der Verwitterung des Fahlerzes hervorgegangen. Weitere sekundäre Erze sind Eisenvitriol, Goethit, Malachit und Kupferlasur. Auch gediegen Quecksilber wird genannt. Der Eisenglimmer bildet nach Zeuschner mitunter 3—4 Fuß mächtige Massen. Das Verhältnis zwischen den Kupfererzen und dem Spateisenstein ist etwa 1:400. Die beiden Gänge von Kotterbach, der sog. Grobe und der Drozdziakower, bestehen im östlichen Teile hauptsächlich aus Schwerspat, während nach Westen zu besonders Quarz und Eisenspat einbricht. Der erstgenannte Gang besitzt eine Mächtigkeit bis zu 48 m, worin allerdings breite Massen von Nebengestein eingerechnet sind. Die Kupfererze bilden linsenförmige, 0,3—2,3 m mächtige, bis 30 m lange Einlagerungen. Kotterbach ist die größte Eisensteingrube des Distriktes. Im Jahre 1897 betrug die Förderung gegen 120000 t Eisenerz und fast 300 t quecksilberhaltiges Kupfererz mit 26,1 t Quecksilber. Der bedeutende Gehalt an letzterem hat große Destillationsanlagen notwendig gemacht.

Zu **Slovinka** durchschneiden sich der 1—6 m mächtige Kahlehöhgang und der aus zwei bis drei „Fächern“ bestehende und mit Einschluß der Nebengesteinsmassen bis zu 40 m mächtige Grobe Gang. Der erstere führt hauptsächlich Quarz, in den oberen Teufen mit etwas Freigold, dazu Spateisenstein und Kupferkies, manchmal in symmetrischer Lagenstruktur. Östlich der Gangkreuzung soll er — als der Kreuzschlägergang — noch 4 km weit bis Göllnitz fortsetzen und insgesamt 8 km lang sein. Der Grobe Gang ist hauptsächlich ein Spateisensteingang mit bis über 1 m mächtigen Einlagerungen von Kupferkies; nach Westen zu führt er auch silberreiches Fahlerz, das nach vom Rath

quecksilberfrei sein soll. Doch kommt auch hier etwas Zinnober vor. Um 1870 lieferten die Slovinkaer Gruben monatlich 50—70 t silberhaltiges Fahlerz (mit 0,07—0,102 % Silber, nach Helmhacker) und 280—300 t Kupfererze mit durchschnittlich 8 % Kupfer. Neuerdings haben auch diese Gänge der Spateisensteingewinnung gedient. Von den östlicher gelegenen Gruben ist diejenige von **Zsakarócz** bei Göllnitz zu erwähnen, wo im Jahre 1897 über 114000 t Eisenerz gewonnen worden sind. Das Auftreten von Kupfer ist dort nur ein geringfügiges.

In dem zwei Quadratmeilen großen Erzrevier von Bešlinac und **Tergove,** nahe der bosnischen Grenze in Kroatien, finden sich zahlreiche, regelmäßig linsenförmige Erzlagerstätten in Schiefern der Steinkohlen- oder Permformation, welche Spateisenstein, Brauneisen, Kupferkies und etwas Fahlerz, Eisenkies und etwas silberhaltigen Bleiglanz führen.[1]) Die östlicher liegenden Vorkommnisse bestehen ausschließlich aus manganhaltigen Eisenerzen; man kennt davon mindestens 12—15 selbständige Lager von 0,2—20 m Mächtigkeit, die in der Tiefe Spateisenstein, gegen Tag zu Brauneisen führen. Weiter im Hangenden folgen 7 Lagerstätten, deren Hauptmasse aus Spateisenstein mit eingesprengtem oder gangartig ausgeschiedenem Kupferkies besteht und welche daneben noch etwas Bleiglanz, Eisenkiese und Quarz enthalten. Als hangendste Vorkommnisse treten endlich im westlichen Felde solche auf, welche neben Kupferkies auch Bleiglanz in ganz reinen Partien führen. Diese und die vorigen werden als Lagergänge bezeichnet.

Das Ausgehende der Kupferkies-Spateisensteinlagerstätten wird jetzt noch auf Eisenerz bearbeitet; das sog. Augustlager zu Gradski potok besteht aus einer $1^1/_2$—6 m mächtigen Spateisensteinmasse, welche Schollen von Schiefer umschließt und von Schnüren von Kupferkies und Quarz durchzogen wird, die, bis zu 10 cm stark, sich stellenweise zu 50 cm mächtigen Adern vereinigen. Die Umwandlung des Spateisensteins zu Brauneisenerz reicht 10—20 m unter den Ausstrich. Die Eisensteinlager im Liegenden des Erzzuges scheinen nach Hörhagers Beschreibung in Eisenstein umgewandelte Kalke, also metasomatisch zu sein; sie sind arm an Kieselsäure, fast frei von Schwefel und Kupfer, aber etwas phosphorhaltig.

Bei Bešlinac ist schon vor der Türkenherrschaft Bergbau auf silberhaltigen Bleiglanz getrieben worden; der gleichfalls sehr alte Kupferbergbau wurde um die Mitte des XIX. Jahrhunderts durch das Ärar wieder aufgenommen, ergab aber bis 1870 nur 300 t Kupfer. Jetzt wird nur der Eisenstein verwertet, der früher auf die Halde gestürzt worden war.

Vielleicht bestehen genetische Beziehungen zwischen diesen Lagerstätten und der weiter südlich gelegenen von **Sinjako** bei Varcar Vakuf, nordwestlich von Jajce in Bosnien. Diese setzt in wahrscheinlich karbonischen, über die umgebende Trias überschobenen Phylliten auf, welche von Quarzporphyren und Diabasen durchbrochen werden. Das Vorkommen wird von Katzer[2]) als ein lagerähnliches bezeichnet. Die durch sehr zahlreiche Störungen zerrissene Lager-

[1]) v. Cotta, Die Erzlagerstätten von Tergove in der kroatischen Militärgrenze; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVIII, 1869, 29—31, Lit. — v. Hauer, Das Erzrevier bei Bešlinac nächst Tergove in der Militärgrenze; Jahrb. k. k. Reichs-Anst., XX, 1870, 559—566. — Ders., Geologie der österr.-ung. Monarchie; II. Aufl., 1878, 304—305. — Hörhager, Das Erzrevier von Bešlinac-Trgove in Croatien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LI, 1903, 87—90, 104—109.

[2]) Die Schwefel- und Kupferkieslagerstätten Bosniens und der Hercegovina; Leob. Jahrb., LIII, 1905, 251—338.



stätte ist 2—5 m mächtig, 1 km im Streichen und 200—300 m im Einfallen zu verfolgen, liegt sehr flach und hat im Liegenden meist graphitische, im Hangenden teilweise sericitische Schiefer; erstere sind von Quarz- und Eisenkiesschnüren durchzogen. Das „Lager" besteht aus körnigem Spateisenstein und Quarz, im östlichen Teile mit mehr Kupferkies, im westlichen mit mehr Pyrit. Das Kupfererz tritt hauptsächlich in den liegenden Partien der Lagerstätte auf. Die sehr flache, fast horizontale Lagerung der letzteren spricht jedenfalls dagegen, daß man es hier mit einem Gang mit ursprünglichem Einfallen zu tun hat. Katzer ist mit Walter vielmehr geneigt, eine Umwandlung eines Kalklagers in ein solches von Spateisenstein und Sulfide anzunehmen und die Erzzufuhr als das Nachspiel der Intrusion der die Lagerstätte durchsetzenden Diabasgänge zu betrachten. Die reichen Kupfererze des östlichen Grubenfeldes sind jetzt erschöpft. Die Erzförderung, welche noch im Jahre 1896 4000 t betragen hatte, erreichte im Jahre 1903 nur noch 1100 t.

Von den Schwefelkiesgängen Bosniens ist der durchschnittlich 1 m mächtige Trümergang von Bakoviči bei Fojnica, WNW. von Sarajevo, der wichtigste; er setzt in der Nachbarschaft von Porphyr in wahrscheinlich permischem Phyllit auf, besteht aus Pyrit, Quarz und Siderit mit nur ganz untergeordneten anderen Sulfiden und führt in einem Teil seines Verlaufes im Mittel 20 g Gold in der Tonne, dagegen nur wenig Kupfer. Im Jahre 1904 hat die Kiesproduktion von Fojnica an 6000 t betragen.

2. Fahlerzgänge.

Hier mögen diejenigen Kupfererzgänge zusammengestellt werden, auf welchen Fahlerz das Haupterz bildet; die hauptsächlichsten Gangarten sind gewöhnlich Karbonspäte und Schwerspat.

Gewissermaßen in der westlichsten Fortsetzung der langen Gangzone, die von Schladming in Steiermark über die Kupfererzvorkommnisse von Salzburg und Osttirol verläuft, liegen die Fahlerzlagerstätten von **Schwaz**[1]) und **Brixlegg** im Unterinntal. Das Inntal bezeichnet in der Innsbrucker Gegend eine wichtige Störungzone zwischen den schroffen Erhebungen der triasischen Kalkablagerungen im Norden und den kristallinen Schiefern im Süden. Bei Schwaz und weiter innabwärts tritt die Trias auch auf das rechte Ufer über und wird in überkippter oder steilaufgerichteter Schichtung diskordant überlagert von den gleichfalls überkippten älteren, paläozoischen Wildschönauer Schiefern, dem diskordant darunterliegenden, meistens brecciös zerrütteten, von vielen Rutschflächen und Störungen durchzogenen Schwazer Dolomit und dem sogen. jüngeren Schiefer; dieser und der Dolomit gehören sehr wahrscheinlich dem Perm an. Der in den Stollen ausgezeichnet zu beobachtende untere Buntsandstein ist eine sandige Beccie mit Bruchstücken von Dolomit und Schiefern. Die Kupfererz-

[1]) v. Sperges, Tyrolische Bergwerksgeschichte, 1765. — Trinker, Der Adelsvorschub am Heinzenberg und Kleinkogl; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., I, 1850, 213 bis 220. — v. Cotta, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVII, 1858, 107. — Ders., Erzlagerstätten, II, 1861, 335- 338, Lit. — Stapff, Über das Erzvorkommniß am Kleinkogl; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXI, 1862, 134—138. — v. Isser, Erzlagerstätten von Schwaz in Tirol; Ztschr. d. Ferdinandeums, XXXVII, 143—201; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 476—477. — Rothpletz, Ein geologischer Querschnitt durch die Ostalpen, 1894, 21—22, 130—136. — Eine Grubenfahrt am Falkenstein bei Schwaz um die Mitte des XVIII. Jahrhunderts; Leob. Jahrb., XLII, 1894, 455—486. — Worms, Schwazer Bergbau im XV. Jahrhundert, Wien 1904. — Rose, Tiroler Bergbau; Ztschr. f. Berg-, Hütt- u. Sal.-Wes., LIII, 1905, 199—203.



lagerstätten von Brixlegg und Schwaz sind fast ausschließlich an den Schwazer Dolomit gebunden, treten aber örtlich in etwas verschiedener Weise darin auf. Die zahlreichen alten Halden längs der Berghänge erinnern an die große Zahl alter Gruben, von denen jetzt nur noch einige wenig bedeutende am Groß- und Kleinkogel bei Brixlegg und am Falkenstein und Ringenwechsel bei Schwaz im Betriebe stehen.

Am Kleinkogel ist das Erzvorkommen im ganzen ein gangförmiges. Es setzen „zahlreiche, aber unregelmäßige Gänge, die oft sich zu schmalen Klüften verengen oder Ausläufer in gewöhnliche Absonderungsklüfte bilden, meist aus N. nach S. streichend und 55° gegen O. fallend, durch den stark zerklüfteten Kalkstein (Dolomit) und erreichen stellenweise mehrere Fuß Mächtigkeit. Sie bestehen aus unregelmäßig massigen Gemengen von Schwerspat, Quarz, Kalkspat, Ankerit, silberhaltigem Fahlerz, Kupferkies, Malachit und Kupferlasur". (v. Cotta.) Die Erze treten im großen in unregelmäßigen Mitteln auf. Vielfach ist das Erzvorkommen auch ein stockwerkartiges. Das Erz vom Kleinkogel ist hauptsächlich arsenarmes Antimonkupferfahlerz mit etwas Quecksilber, Nickel, Kobalt und Silber. Am Großkogel ist die Lagerstätte stockwerkförmig. Von selteneren Brixlegger Mineralien seien genannt: Antimonit, Calciostrontianit und Enargit. Am Falkenstein wird jetzt ein bis zu mehrere Meter mächtiger, vielfach gestörter und deshalb zu stockartigen Massen zerrissener, flach zwischen den Dolomitschichten liegender Fahlerzgang abgebaut. In den jetzigen Aufschlüssen ist das Fahlerz fast frei von Gangarten; in der Nähe des Ganges ist der Dolomit mehr oder weniger stark verkieselt (sog. „wilder Dolomit").[1] Große Weitungen hat der Abbau der Alten hinterlassen. Es sind dort aus früherer Zeit folgende Mineralien bekannt: Fahlerz, Bleiglanz, Lasur, Malachit, Tirolit, Allophan, Kupferschwärze, Rotkupfererz, Schwefelkies, Antimonit, Realgar, Schwerspat, Quarz, Kalkspat, Braunspat, Aragonit, Flußspat, Braun- und Roteisenerz. Auch Bournonit hat sich zu Schwaz gefunden. Die Schwazer und Brixlegger Fahlerze enthalten 16—21% Sb, meist 6—8,5% As und ungefähr 40% Cu, bis 6% Zn und wenig Silber. Der Quecksilbergehalt ist im allgemeinen ein sehr geringer oder fehlt ganz; gewisse Schwazer Vorkommnisse enthielten aber bis zu fast 16%. Am Ringenwechsel findet fast kein Bergbau mehr statt.

Nach Worms hat der Schwazer Bergbau am Falkenstein im Jahre 1466 begonnen; er wurde bis 1813, seit 1763 allerdings unter Zubuße, fortgeführt und hatte im ersten Jahrhundert seines Bestehens, besonders unter der Beteiligung der Fugger, eine so hohe Bedeutung erlangt, daß Tirol als eines der erzreichsten Länder galt. Es gab um 1500 36 Gruben, welche nach v. Sperges im Jahre 1523 55855 Mark (ca. 13000 kg) und von da bis 1564 2028501 Mark Brandsilber und dazu große Massen Kupfer gefördert haben sollen; die berühmten Kaiserstatuen in der Innsbrucker Hofkirche sind um jene Zeit mit Schwazer Kupfer gegossen worden. Der Bergbau hat damals insgesamt eine Vertikalausdehnung bis zu 900 m und bis zu 256 m unter dem Spiegel des Inn erreicht. Heute ist der staatliche Betrieb bei Brixlegg, dessen Erze auf der dortigen Kupferhütte verschmolzen werden, und der gewerkschaftliche bei Schwaz unbedeutend; letzterer ergab im Jahre 1902 am Falkenstein 697 t aufbereitete Fahlerze.

Zu erwähnen wäre in Bosnien das Vorkommen von Fahlerz mit 7,58% Quecksilber, 0,005% Gold, 0,15% Silber und 34,8% Kupfer zu **Maškara;**[2] es wird auf Quecksilber und Kupfer verarbeitet. Erzstufen von Maškara zeigen Fahlerz, Spateisenstein, Kalkspat und Quarz samt Dolomit; auf Drusen sind

[1]) Nach einer freundlichen Mitteilung von Herrn O. Meurer (1901) haben mehrere Analysen des wilden Dolomits ergeben, daß trotz des verschiedenen Grades der Verkieselung das Verhältnis von $CaCO_3$ und $MgCO_3$ dasselbe von etwa 1 : 0,78 geblieben ist.

[2]) Poech, L'industrie minérale de Bosnie-Herzégovine, 1900, 46.



Kristalle aller dieser Mineralien zu beobachten. Nebengestein scheint Tonschiefer zu sein.[1]) Die stockförmigen Fahlerzvorkommnisse in den paläozoischen Kalken und Dolomiten von Kreševo, westlich von Sarajevo, sind von Walter ausführlich aufgezählt worden.[2])

Fahlerzlagerstätten sind sehr verbreitet in **Algier.**[3]) Solche treten in der Provinz Constantine an mehreren Orten der Umgebung von Bougie in Liaskalk, bei El Hamma, 52 km S. von Setif, in anderen mesozoischen Kalksteinen auf. Die Lagerstätten von Teliouïne in der Provinz Algier liegen in der Nähe von Ophiten in Kreideschichten und führen außer silberhaltigem Fahlerz Kupferkies, Eisenspat, Baryt und Kalkspat. Bei Mouzaïa bildet Fahlerz mit Baryt und Eisenspat einen Gang in kretazeischen Kalken und Mergeln.

3. Enargitgänge.

Der Enargit bildet in seltenen Fällen mit oder ohne Fahlerz und anderen Kupfererzen die Hauptmasse der Gangfüllung. Sind schon fast alle Vorkommnisse dieses Minerals auf die neue Welt beschränkt und die europäischen Fundorte, auf denen er an sich immer nur als Seltenheit einbricht, sehr wenig zahlreich (Schapbach, Brixlegg, Parád in Ungarn), so finden sich vollends eigentliche Enargitlagerstätten nur in Amerika und auf der Insel Luzon. Es scheint als ob die wichtigsten Kupfererzgänge, diejenigen in Montana, soweit deren ursprüngliche Mineralführung in Betracht kommt, hierher zu stellen wären.

Bei der Besprechung der gegenwärtig unwichtigen Silbererzgänge von **Butte**[4]) in Montana ist schon auf die allgemeinen geologischen Verhältnisse dieses Gebietes eingegangen worden. Diese kommen nochmals in dem beistehenden Kärtchen zur Anschauung. Die Bedeutung Buttes liegt jetzt in dem Reichtum der Kupfererzgänge des südöstlichen Gangdistriktes. Sie setzen in dem weitverbreiteten dunklen Butte-Granit auf und gehören, wie die neuesten, aus bergrechtlichen Gründen vorgenommenen Detailaufnahmen gezeigt haben, insbesondere zwei Systemen an: ein älteres streicht O.—W. und wird durch ein zweites, NW.—SO. streichendes verworfen; beide Ganggruppen werden durch ein drittes, NO.—SW. verlaufendes, fast erzfreies Spaltensystem gestört. Zu den O.—W. gerichteten Gängen gehören die ergiebigsten Lagerstätten der Gruben Anaconda, Parrot, Mountain View, West Colusa und Syndicate; sie sind durch eine große Beständigkeit im Streichen ausgezeichnet. Die Kupfererzgänge werden z. T. sehr mächtig, so der Anacondagang, der bis zu 30 m, im Mittel 15 m erreicht. Die zur Zeit abgebaute, enorm reiche Erzführung ist das Erzeugnis einer intensiven

[1]) Material der Clausthaler Sammlung.

[2]) Beitrag zur Kenntnis der Erzlagerstätten Bosniens, 1887, 182—197.

[3]) Lacroix, Minéralogie de la France, II, 1896, 734—735.

[4]) Außer der auf S. 700 zitierten Literatur siehe ferner: Williams and Peters, The copper mines of Butte, Montana; Eng. Min. Journ., XXXIX, 1885, 208—209. — Emmons, Notes on the geology of Butte, Mont.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 49—62. — Emmons and Weed, The secondary enrichment of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 177—217. — Brown, The ore-deposits of Butte City; ebenda XXIV, 1895, 543—558. — Weed, Ore deposits at Butte, Mont.; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 213, 1903, 170—180. — Winchell, Butte copper veins; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 7—8.



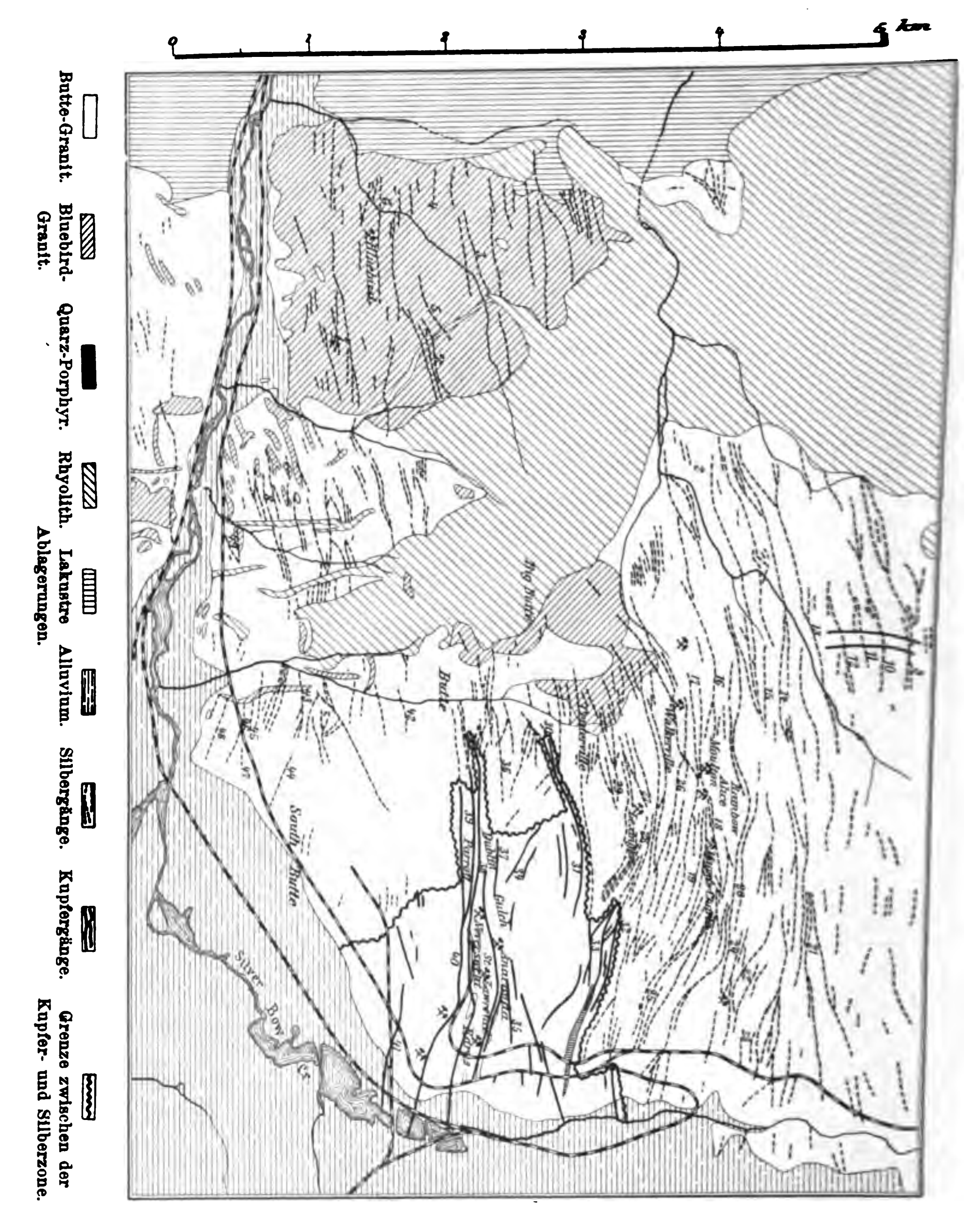


Fig. 172. Die Umgebung von Butte. (Weed, Emmons und Tower, 1897.) Die Erklärung der Ziffern siehe in der Fußnote 3, S. 855.

sekundären Veredelung ärmerer Lagerstätten. Unter dem eigentlichen eisernen Hute, der stellenweise silber- und goldführend war und mitunter 60—120 m weit unter die Oberfläche reichte, folgte unmittelbar, ohne jegliche karbonatische und oxydische Zwischenzone, die Masse der reichen Sulfide; von diesen herrscht weitaus der Kupferglanz, der auf Anaconda in den oberen Horizonten Erzkörper von über 6 m Mächtigkeit bildete; der Covellin ist im ganzen untergeordnet, doch brach auch er in manchen Gruben zeitweise in großen Massen ein, Buntkupfererz bildet das Haupterz auf den Gruben Parrot und Original. Mit zunehmender, aber auf den verschiedenen Gruben wechselnder Teufe hat der Enargit[1]) an Menge zugenommen, so daß er seit 1900 dem Kupferglanz fast gleichkommt. Auf manchen Minen fand er sich schon nahe unter Tag, wie auf Rarus, auf anderen weiter westlich z. T. erst auf den tiefsten Sohlen von 450—660 m Teufe. Kupferkies, Cubanit[2]) und Fahlerz sind selten; Gangart ist der Quarz. Die jetzige Förderung besteht aus 15 % Reicherzen mit durchschnittlich 12 % und 85 % Pocherzen mit 4,8 % Kupfer; 55 % der ganzen Masse bildet Quarz.

Das gewonnene Kupfer enthält bis zu $^1/_{14}$ g Gold und ungefähr $2^1/_2$ g Silber im Kilogramm. Gediegen Gold ist sehr selten im Kupferglanz angetroffen worden. Ferner sind 0,008 % Tellur im Rohkupfer nachweisbar. Der Granit ist weithin in dem Erzgebiet stark verändert, Hornblende und Glimmer sind z. T. in Pyrit verwandelt. Im Porphyr und im saureren Bluebird-Granit verarmen die Gänge. Eine sehr wichtige Tatsache besteht darin, daß die reichen und mächtigen sekundären Erzmassen in der Teufe in Schwärme von unbauwürdigen pyritischen Quarzgängen übergehen; im allgemeinen macht sich jetzt schon eine Verarmung der ungewöhnlich reichen Lagerstätten geltend. Die Verunedelung beginnt besonders unter 480 m Tiefe sich geltend zu machen.

---

[1]) Semmons, Notes on enargite from Montana; Mineral. Mag., VI, 49—51, 124—125; Ref. N. Jahrb. 1887, I, —416—417—.

[2]) Winchell, On the occurrence of cubanite at Butte; Am. Geol., XXII, 1898, 245; Ref. N. Jahrb., 1899, II, —13—. — Ders., Synthesis of chalcocite and its genesis at Butte, Montana; Bull. Geol. Soc. Am., XIV, 1903, 269—276.

[3]) Erklärung der Ziffern auf Fig. 172:

1 Goldflint.
2 Oro fino Gulch.
3 Great Republic.
4 Burlington.
5 Independence bei der Nettie-Grube.
6 Blue Bird.
7 Garibaldi.
8 Kittie Morris.
9 Blackstone.
10 North Wabash.
11 South Wabash.
12 Elvira.
13 Florida.
14 Glengarry.
15 Silver Lick.
16 Goldsmith.
17 Silver Safe.
18 Rainbow.
19 Valdemere.
20 Boston.
21 Pollock.
22 Daniel Quilp bei der Black Rock-Grube.
23 Enterprise.
24 Jersey blue.
25 Gem.
26 Curry.
27 Wappello.
28 Allie Brown.
29 La Plata.
30 Yellow Jacket.
31 Syndicate.
32 Speculator.
33 High ore.
34 Little Mina.
35 Mountain View.
36 Late Acquisition.
37 Stewart.
38 Parrot.
39 Bellona.
40 Moonlight.
41 Ground Squirrel.
42 Neptune.
43 Travona.
44 Spruce.
45 Despatch.
46 North Pacific.
47 Schonbar.
48 Pikes Peak.
49 Sele.

Die Anreicherung der Kupfererze ist im übrigen dort am intensivsten, wo Verwerfungen und Klüfte den zirkulierenden Lösungen Wege geöffnet haben.

Wie früher gesagt wurde, hat man zu Butte seit 1864 auf Silber gebaut; dem Silberpreissturz im Jahre 1892 fiel dieser Bergbau mit manchen anderen der Vereinigten Staaten zum Opfer. Um so großartiger war der Aufschwung Buttes als Kupferdistrikt seit dem Jahre 1872. Bis zum Jahre 1902 sollen hier über 31 Mill. t Kupfererz mit einem Durchschnittsgehalt von 5 % gefördert worden sein. Montana ist gegenwärtig das wichtigste Kupferland der Erde. Die Produktion, welche im Jahre 1893 noch 70000 t betrug, hatte im Jahre 1903 über 120000 t erreicht; die gesamte Kupfererzeugung der Vereinigten Staaten beläuft sich jetzt auf über 300000 t, woran nächst Montana Michigan und Arizona am meisten beteiligt sind. Die größten Kupferwerke von Butte sind die Hütten der Anaconda- und der Boston- und Montana-Gesellschaft.

Das Vorkommen des Enargits im Gilpin County wurde schon früher erwähnt; eine große Anzahl weiterer Fundorte dieses Minerals in den Vereinigten Staaten nennt Spencer.[1] Nach Endter führt auch das Kupfererzvorkommen von Amalonas (s. S. 825) in der Atacama Enargit.

Das Bergrevier an der Laguna **Morococha**[2] („der bunte See"), im Quellgebiet des bei Lima mündenden Rimac in der peruanischen Hauptkordillere gelegen, gehört zu dem weiteren Bergbaudistrikt am Yauli, ungefähr 4000 m ü. d. M. Die Gegend besteht aus Kalken, wechsellagernd mit untergeordneten kohle-, bitumen-, steinsalz- und gipsführenden Schiefern und Sandsteinen, welche nach Pflücker hauptsächlich dem Cenoman angehören, und aus jungen Eruptivgesteinen. Die meisten Lagerstätten sind gebunden an die Nähe von Propylitdurchbrüchen und treten, teilweise als metasomatische Gebilde, im Kalksteine, mitunter auch im Kontakt beider Gesteine auf. Im engeren Gebiete um Morococha sind verschiedene Gänge auf silberhaltiges Fahlerz und Bleiglanz und die daraus hervorgegangenen „Pacos" in Abbau genommen worden. So führt der Gang von S. Antonio silberhaltiges Fahlerz neben Bleiglanz, Blende, Pyrit, Quarz und Rhodonit. In den mächtigen Propylitmassen südlich der Laguna kommen aber auch viele silberarme Enargitgänge mit Schwefelkies, jedoch ohne Blei- und Zinkerze vor. Ein solcher von 1—1,50 m Mächtigkeit wird von der Grube La Vieja abgebaut. Er führt Quarz, Kalkspat und derbe Massen von Enargit in grober Verwachsung mit Pyrit. Das Exporterz enthielt 1890 18—20 % Cu, höchstens 0,1—0,2 % Silber und Spuren von Gold. Auf der Grube San Francisco besteht ein 0,5—1,5 m mächtiger Gang aus Enargit, Tennantit, Pyrit, Fahlerz und Wolframit; am Cerro Cajoncillo, NO. von Morococha, kommt Enargit, Tennantit, Kies, Blende, Quarz, etwas Bleiglanz und Eisenmanganwolframit (Megabasit) vor.

Das Auftreten der Enargitformation in der **argentinischen Republik** ist von Stelzner[3] beschrieben worden. Zu S. Francisco del Espino am Cerro

[1]) Spencer, Enargit; Min. Mag., XI, 1895, 69—79; Ref. Ztschr. f. Krist., XXVIII, 1897, 210—212. — Siehe auch Pirsson, Über die Krystallform des Enargit; Ztschr. f. Kristallogr., XXIII, 1894, 114—117.

[2]) Pflücker y Rico, Notizen über Morococha; Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1871, 183—186. — Ders., Apuntes sobre el distrito mineral de Yauli; Excerpt bei Stelzner (? aus Anales de Construcciones civiles y de Minas del Peru, III, 1883). — Haber, Bergbau und Hütten-Industrie im mittleren Peru im Jahre 1890; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XL, 1892, 187—223.

[3]) Beiträge zur Geologie und Paläontologie der Argentinischen Republik, I, 1885, 231—234, Lit. — Über Kupfererzgänge in der argentinischen Republik im allgemeinen



de la Mejicana in der Sierra Famatina setzen einige 1—1,25 m mächtige Gänge in Sandstein auf, welche bis zu den Teufen von 20—40 m porösen Quarz und gold- und silberreichen Mulm (Polvorillos), in größerer Teufe Enargit als Haupterz, ferner Famatinit ($CuSbS_4$), Kupferindig (alle drei gold- und silberhaltig), viel Schwefelkies, untergeordneten Kupferkies und Blende, selten Rotgiltigerz und Freigold neben Quarz, Hornstein und Baryt führen. Kupfervitriol und merkwürdigerweise auch viel Schwefel sind als Umwandlungsprodukte zu erwähnen. Die Struktur der Gänge ist eine lagenförmige. Der mit dem Enargit dimorphe, mit dem Famatinit isomorphe Luzonit hat sich zusammen mit Baryt gleichfalls am Cerro de la Mejicana gefunden.

Hier mögen noch die Selenkupfererze erwähnt werden, welche durch Klockmann[1]) aus der Sierra Umango in der argentinischen Republik (Prov. La Rioja) bekannt geworden sind. Eukairit (AgCuSe) tritt als wertvolles Silbererz an einem Vorberge der Sierra Umango, El Cachito, nebst Kalkspat in Kalkstein auf. Der Gang besitzt eine Mächtigkeit von 0,35 m. Umangit, der anfangs für Buntkupfererz gehalten wurde und dem nach Klockmann die Formel Cu_3Se_2 mit etwa 0,5 % Silber zukommt, hat sich in derben Massen auf schmalen Gangtrümern mit Eukairit, Tiemannit (HgSe) und Kalkspat in Kalkstein an der Sierra Umango gefunden.

Großartig sind die Enargitlagerstätten von Mancayan auf der Insel **Luzon.**[2]) Sie treten einander nah benachbart in einem Gebiete von Sanidintrachyt auf, sind bis zu 7 m mächtig und führen Fahlerz, Enargit, Luzonit, Kupferindig, Kupferkies, Pyrit, Quarz, durch sekundäre Kupfererze blau gefärbten Kaolin, Schwerspat, Malachit, Kupfervitriol, Arsenikblüte usw. Die Gänge sind schon von den Eingeborenen abgebaut worden und waren um 1870 der Gegenstand einer spanischen Minenunternehmung.

B. Gänge und metasomatische Lagerstätten von primärem gediegenem Kupfer.

Wichtige Lagerstätten dieser Art finden sich nur in Nordamerika.

Die den Oberen See nach Süden, Westen und Norden umgebenden Schichten bilden im großen ganzen eine ungeheure, mehrere hundert Kilometer lange, SW.—NO. streichende Mulde, deren Liegendes im SO. das Archäikum in Michigan ist; darüber folgt diskordant das Huron mit den berühmten Roteisenerzlagerstätten (unteres Algonkium) und weiterhin diskordant auf diesem die untere und obere Keweenaw-Formation (oberes Algonkium). Die Keweenaw-

siehe Ambrosetti, Viaje à la Pampa Central; Bol. d. Instituto Geogr. Argentino, XIV, 342—353; Ref. Transact. Fed. Inst. Min. Eng., VIII, 1894—95, 614—615. — Valentin, Comunicaciones geológicas y mineras de las provincias de Salta y Jujuy; Anal. d. Mus. Nac. de Buenos Ayres, V, 28—32; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 389. — Walker, L'industrie minière de la province de Mendoza; Ann. d. Mines (9), XV, 1899, 245—247. — Brackebusch, Die Bergwerksverhältnisse der Argentinischen Republik; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLI, 1893, 15—47, Lit.

[1]) Über einige seltene argentinische Mineralien; Zeitschr. f. Krist., XIX, 1891, 265—275.

[2]) v. Drasche, Mitteilungen aus den Philippinen; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1876, 193—198. — Frenzel, Mineralogisches aus dem Ostindischen Archipel; Tscherm. Mitt., 1877, 302—303.

Formation bildet im nordwestlichen Michigan und im nördlichen Wisconsin als eine etwa 30 km breite Zone den Kern dieser Mulde, jenseits dessen im NW. als Liegendes wiederum die huronischen Roteisensteinlagerstätten der Vermilion und der Mesabi Range usw. auftreten.

Die untere Keweenaw-Formation, und fast nur diese, ist das Muttergestein der berühmten Kupfererzlagerstätten des Oberen Sees, die ihre mächtigste Entwickelung auf der niedrigen, ungefähr 110 km langen Halbinsel **Keweenaw** in Michigan und dem gegen SW. angrenzenden Küstenstrich besitzen.[1]) Die diese

[1]) Die sehr umfangreiche Literatur über die Kupferlagerstätten des Oberen Sees ist bis 1881 zusammengestellt in dem großen Werke: Irving, The copper-bearing rocks of Lake Superior; U. St. Geol. Surv. Monogr., V, 1883. — Von den wichtigeren oder leichter zugänglichen Veröffentlichungen seien noch genannt: Foster and Whitney, Report on the geology of the Lake Superior land district; Part I, 1850, Copper lands; Part II, 1851, The iron region. — Jackson, Sur la géologie du district métallifère du Lac Supérieur, suivi d'une courte description de quelques-unes des mines de cuivre et d'argent. Auszug von Delesse; Ann. des Mines (4), XVII, 1850, 103—115. — Ders., Über den metallführenden Distrikt am Oberen See im Staate Michigan; Karst. Archiv f. Min. etc., XXV, 1853, 656—667. — Koch, Die Mineralgegenden der Vereinigten Staaten von Amerika, 1851. — Rivot, Voyage au Lac Supérieur; Ann. d. Min. (5), VII, 1855, 173—328. Dasselbe im Auszug in Berg- u. Hüttenm. Ztg., XV, 1856, 261 bis 263, 269—271, 277—279, 293—295, 314—315, 317—318, 325—327, 333—334, 341 bis 343, 349—351, 357—359, 365—367, 381—382. — Ders., Notice sur le Lac Supérieur; Ann. d. Min. (5), X, 1856, 365—474. — Müller, Kupfer-Mine am Obern See; Verh. naturf. Gesellsch. in Basel, 1856, 411; Ref. N. Jahrb., 1857, 79—81. — Deroux, Die Kupfergruben des Oberen Sees; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 305—307, 329 bis 331. — Logan, Murray, Hunt and Billings, Geology of Canada, 1863, 698—703; N. Jahrb., 1864, 741. — Credner, Beschreibung einiger charakteristischer Vorkommen des gediegenen Kupfers auf Keewenaw Point am Oberen See Nord-Amerikas; N. Jahrb., 1869, 1—14. — Ders., Vorkommen von gediegenem Kupfer am Oberen See; Ztschr. f. d. ges. Naturw., XXXII, 1868, 325—328. — Ders., Kupferfunde am Oberen See; N. Jahrb., 1870, 86. — Pumpelly, Geological Survey of Michigan, I, part II, 1873, Copper-bearing rocks, 1—96, 62—95. — Ders., Metasomatic development of the copper-bearing rocks of Lake Superior; Proc. Am. Acad. of Arts and Scienc., XIII, 1878, 253—309; Ref. N. Jahrb., 1878, 765—766. — Blake, The mass copper of the Lake Superior mines and the method of mining it; Transact. Am. Inst. Min. Eng., IV, 1876, 110—111. — Ders., Das gediegene Kupfer am Lake Superior und dessen Gewinnungsmethode; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 253. — Mosler, Der Kupferbergbau am Obern See in Nordamerika; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXV, 1877, 203—221. — Egleston, Copper mining on Lake Superior; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VI, 1877, 275—312. — Ders., The conglomerates of Lake Superior; ebenda 606—611. — Wadsworth, Notes on the geology of the iron and copper districts of Lake Superior; Bull. Mus. of comparat. Zoology at Harvard College; Geol. Ser., I, 1880, 1—157; Ref. N. Jahrb., 1881, I, 377—378. — Ders., On amygdaloidal structure and vein formation, with special reference to the copper-bearing of Keweenaw Point, Lake Superior; Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., XXI, 1880, 91. — Ders., Origin and mode of occurrence of the Lake Superior copper-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVII, 1898, 669—696. — Irving, The copper-bearing rocks of Lake Superior; U. St. Geol. Surv., III. Ann. Rep., 1881 bis 1882, 93—188. Auszug aus der obengenannten Monographie. — The history of

Stufe des Algonkiums bildenden Gesteine sind basische, mittelsaure und saure Eruptivgesteine, wechsellagernd mit Sandsteinen und Konglomeraten. Unter den fast nur effusiv und nur untergeordnet intrusiv auftretenden Eruptivgesteinen nehmen gewaltige, bis zu 30 m mächtige, stellenweise bis gegen 40 km weit verfolgbare Ströme von basischen, bald als Melaphyr, bald als Diabas bezeichneten Gesteinen weitaus die wichtigste Stelle ein. Anzeichen für den Ort ehemaliger Vulkane fehlen ebenso wie Tuffe. Während die inneren Teile der Ströme dicht und kristallin sind, zeigen die äußeren, und zwar die Oberseite in höherem Maße als die Unterseite, gern eine blasige (Mandelstein-) oder sogar glasige Struktur, besonders die weniger mächtigen Ströme können ganz als Mandelstein entwickelt sein. Die roten Konglomerate bestehen seltener aus Geröllen der basischen, meistens vielmehr aus solchen saurer Gesteine, wie Felsitporphyr, Quarzporphyr, quarzfreier Porphyr, fein- bis grobkörniger Granitporphyr, sowie Augitsyenit. Auch der Sandstein ist nur aus dem Detritus vorwaltend saurer Gesteine zusammengesetzt. Diese untere Keewenaw-Stufe durchzieht mit einem 30—60° betragenden, nördlichen oder nordwestlichen Einfallen die Halbinsel. Sie allein bildet deren nördlichsten Teil, der entsprechend einer Änderung im Streichen der Schichten hornförmig nach Osten umgebogen ist, im mittleren und südlichen Teil besteht aus ihr die Achse der Halbinsel, während sie dort gegen Nordwesten von den roten Sandsteinen und Schiefern der oberen Keweenaw-Formation überlagert wird. Entsprechend dem muldenförmigen Schichtenaufbau der Lake Superior-Region tritt sie mit südöstlichem Einfallen wiederum auf der ungefähr 80 km von der Halbinsel gegen NW. entfernten Isle Royale[1]) und auf dem gegenüberliegenden Ufer von Minnesota zwischen Duluth und der nördlichen Landesgrenze kupferführend zutage. Südwestlich vom Lake Superior sind die unteren Keweenawschichten als Teile derselben Mulde mit ganz ähnlichem Verhalten und gleichfalls kupferführend bis in das Douglas County,[2]) etwa 300 km von den Keweenawgruben entfernt, nachgewiesen werden. Die dortigen Vorkommnisse in der St. Croix Copper Range, in der Douglas Copper Range und in der Minong Copper Range sind

copper mining of Lake Superior; Eng. Min. Journ., XXXIII, 1882, 130—131, 141 bis 142, 154—155. — Vogelsang, Mitteilungen über den Kupferbergbau in Nord-Amerika; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIX, 1891, 231—260. — Osann, Über Datolith vom Lake Superior und die ihn begleitenden Mineralien; Zeitschr. f. Kristallogr., XXIV, 1895, 543—554. — Hubbard, Keweenaw Point; Geol. Surv. of Michig., VI, part II, 1898. Mit Anhang: Palache, The cristallization of the calcite from the copper mines of Lake Superior. — Rickard, Copper mines of Lake Superior; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 585—587, 625—627, 665—667, 705—706, 785—787, 825—827, 865—867 usw. — Brady, Mass copper; ebenda 749—750.

[1]) Lane, Geological Report on Isle Royale; Geol. Surv. of Michigan, Upper Peninsula, 1893—1897, Vol. VI, part I, 1898. — Winchell, Ancient copper mines of Isle Royale; Eng. Min. Journ., XXXII, 1882, 184—186, 201—202.

[2]) Grant, Preliminary report on the copper-bearing rocks of Douglas County, Wisconsin; containing a preliminary report on the copper-bearing rocks of parts of Washburn and Bayfield Counties, 2. Edit.; Wisconsin geol. and nat. hist. Surv., Bull. VI, Econ. series 3, 1901; Ref. Zentralbl. f. Min. etc., 1902, 282—284.

bisher nicht abbauwürdig. Auf der Südostseite der Halbinsel wird die Keweenaw-Formation durch eine Verwerfung abgeschnitten, durch welche der fast horizontal gelagerte, aus Quarzsandsteinen und Konglomeraten bestehende oberkambrische Eastern sandstone (ziemlich gleichalterig dem Potsdamsandstein) in das Niveau des Algonkiums gesunken ist. Die Erstreckung der eigentlichen Kupferregion beträgt 180 km bei 7 km größter Breite.

Die abbauwürdigen Kupfererze sind entweder Gangfüllungen oder sie treten flözartig auf, indem sie entweder die Konglomerate und Sandsteine oder die Mandelsteine imprägnieren.

Die Gänge durchsetzen mit fast senkrechtem Einfallen die Gesteine beinahe stets annähernd rechtwinkelig zum Streichen und sind bald nur schmale Spalten, bald erreichen sie eine Mächtigkeit von 3—10 m; im Durchschnitt beträgt diese nur 1 m. Sie sind besonders gut entwickelt beim Durchtritt durch lockere, zersetzte Mandelsteine und Diabase, weniger in den kompakten „Melaphyren" und am schlechtesten im Sandstein. Im Streichen wurden sie z. T. 1000 m weit verfolgt. Ihre hauptsächlichste Füllung besteht aus Quarz, Kalkspat, Prehnit und aus mehr oder weniger Bruchstücken des Nebengesteins, die manchmal die Hauptmasse ausmachen. Großenteils bilden sie ein Trümerwerk, das netzförmig das zerrüttete Nebengestein durchzieht. Das gediegene Kupfer erscheint bald als feine und feinste Imprägnation, bald aber in Massen von kolossalem Gewichte, die indes selbst wieder Bruchstücke des Nebengesteins umschließen können. Nahe dem Nordende der Halbinsel, im eigentlichen Keweenaw-Distrikt, hat man auf solchen Gängen den ersten Bergbau getrieben. Nach Irving hätte bei der Entstehung dieser Gänge eine sehr beträchtliche Verdrängung des Nebengesteins längs ursprünglich unbedeutenderer Spalten stattgefunden. Wo der Gang aus mächtigeren Kalkspatmassen besteht, wird die Erzführung ärmer, wo sich die Trümer verschmälern, stellen sich gern größere Kupfermassen ein. Stellenweise breitet sich das Kupfer neben den Gängen auch in dem porösen Nebengestein aus. Die Form der gediegenen Kupfererzmassen ist eine ganz unregelmäßige, lappige oder hackige, die Mächtigkeit schwankt an der gleichen Masse von wenigen Zoll bis zu der von mehreren Fuß. Tonnenschwere Blöcke sind nicht selten gewesen. Manche Funde wogen 250, 150, 50 t usw. Große Kupfermassen von 1—15 t Gewicht sind übrigens auch auf den Melaphyrlagern und noch größere zu Ontonagon (s. u.) vorgekommen. Die ehedem berühmten Gruben des eigentlichen nördlichen Keweenaw-Distriktes Cliff, Phoenix, Central, Copper Falls sind jetzt bis auf die unbedeutend gewordene Phoenix-Mine aufgelassen. Außer den mannigfachen Arten des Kupfervorkommens in verschiedenen Aggregaten und Kristallisationen verdient das Auftreten von gediegenem Silber, innig verwachsen mit dem Kupfer, indessen nicht mit ihm legiert, erwähnt zu werden. Weiter finden sich Quarz, Orthoklas, Analcim, Laumontit, meistens derber Datolith, Apophyllit, Prehnit, Chlorit, Epidot und teilweise schön kristallisierter Kalkspat. Ohne Bedeutung sind Erzgänge, die außer verschiedenen Kupfersulfiden Kalkspat, Chlorit und Quarz führen.

Die zweite Art des Kupfervorkommens, nämlich die als Zement der Porphyrkonglomerate und als Ausfüllung der Mandelräume der basischen Effusiv-

gesteine bildet den Reichtum der Gruben im mittleren, dem Portage-Lake- oder Houghton-Distrikt. Die Konglomeraterze werden besonders von den Gruben Tamarack, Calumet und Hecla, Peninsula und Osceola abgebaut. Hier bildet das gediegene Kupfer das Bindemittel der bis zu fußgroßen Gerölle, indem infolge seiner Einwanderung der gewöhnliche Zement und auch kleinere Fragmente der Konglomerate weggeführt und durch das Metall ersetzt wurden. Man kennt hauptsächlich drei solcher flözartiger, zwischen die massenhaften Eruptivgesteine eingeschaltete, je ungefähr 15 m mächtige Lagerstätten, die sich nach der Tiefe als stetig erzführend erwiesen haben. Das Lager von Calumet und Hecla, das in der Teufe von der Tamarack-Mine abgebaut wird, ist weitaus das reichste. Das Kupfer scheint hier nicht von Silber begleitet zu werden. In der oberen Keweenaw-Formation, die keine eruptiven Decken enthält, hat man an verschiedenen Stellen gleichfalls Kupfer mehrere hundert Fuß über den Diabasen gefunden. Sehr deutliche Anzeichen der Verdrängung zeigt das Calumet-Hecla-Konglomerat; Gerölle von einigen Zoll bis über einen Fuß Durchmesser sind dort teilweise in Kupfer umgewandelt, dessen Ansiedelung besonders längs der Spaltflächen der Feldspäte vor sich ging und eine Verdrängung dieser und der Grundmasse mit sich brachte, nachdem sie zuvor zu Chlorit und Epidot geworden waren.

Die kupferhaltigen Mandelsteine sind die mit dem Metall imprägnierten und darin umgewandelten oberen blasigen Teile der alten Diabas- und Melaphyrströme; waren die letzteren sehr schlackig und großlöcherig, so spricht man von ash-beds, die besonders gleichmäßig erzführend sind. Die Mandelsteine waren vor der Einwanderung des Metalls verändert zu Massen von Chlorit, Epidot, Kalkspat und Quarz und nachträglich mehr oder weniger zersetztem Prehnit. Das Kupfer trat in diesen Gesteinen an die Stelle der Mandelfüllungen, wie z. B. des Kalkspats, oder verdrängte die bezeichneten Umwandlungsprodukte selbst, indem es unregelmäßig gestaltete Massen bildete, die mitunter einige hundert Pfund wiegen. Von den ursprünglich blasig-schlackigen Krusten der Gesteinsdecken drang die Umwandlung in ganz unregelmäßiger Weise in das kompakte Gestein vor, das zuvor gleichfalls immer eine tiefgehende Veränderung erfahren hatte. Auch hier wird das Metall von Silber, Kalkspat, Epidot, Zeolithen, Datolith und von Chlorit begleitet. Quincy, Franklin, Atlantic, Pewabic sind wichtigere auf „amygdaloidal copper“ bauende Gruben am Portage Lake. Von den sauren Eruptivgesteinen scheint keines Kupfer zu enthalten.

Abweichend von den bisher geschilderten Arten des Kupfervorkommens sollen die südlicher gelegenen Lagerstätten von Ontonagon gewesen sein. Derbe, unregelmäßige, bis zu viele Tonnen schwere Kupfermassen, begleitet von viel Epidot und Kalkspat, folgen dort im allgemeinen dem Verlaufe von Diabasdecken; doch finden sich auch Anzeichen gangförmiger Durchsetzungen. Auch im Kontakt zwischen Diabas und Konglomerat treten solche Kupfermassen auf. Dieser Grubenbezirk ist jetzt bedeutungslos.

Die Entstehung[1]) der, wenn nicht in ihrer Art, so doch in der Massenhaftigkeit ihres Auftretens einzigartigen Kupfervorkommnisse des Oberen Sees

[1]) Eine Zusammenstellung der Erklärungsversuche gibt Kemp, Ore deposits, 1900, 209—211.

ist noch nicht genügend aufgeklärt. Die Anwesenheit von groben Konglomeraten zwischen den basischen Lavadecken beweist, daß diese sehr lange Zeit der mehr oder weniger unmittelbaren Einwirkung der Atmosphärilien ausgesetzt waren und verwittern konnten; die schlackigen, glasreicheren Mandelsteine waren dabei offenbar der Umwandlung am meisten unterworfen. Nach Pumpellys Beobachtungen entstanden bei der Zersetzung der Melaphyre und Diabase der Reihe nach die folgenden Mineralien: Chlorit, mehr oder weniger gleichzeitig damit Laumontit ($Si_4O_{14}H_4CaAl_2 . 2H_2O$), Prehnit ($Si_8O_{12}H_2Ca_2Al_2$) und Epidot und darauf Quarz; erst dann folgte das Kupfer, dessen Bildung mit der Entstehung eines chloritischen Minerals einherging, während Kalkspat sich zu den verschiedensten Zeiten ansiedelte. Das Metall bildet manchmal Pseudomorphosen, z. B. nach Laumontit. Das Auftreten des Kupfers im gediegenen Zustande wird auf das Zutun reduzierender Eisenoxydulverbindungen (z. B. von Magnetit) zurückgeführt. Erst nach seiner Ansiedelung folgte die Bildung der alkalihaltigen Zeolithe: Analcim und Apophyllit, des Datoliths und zum Schlusse von Orthoklas. Die Herkunft des Kupfers führt Pumpelly auf die Zersetzung der hangenden Konglomeratschichten, Wadsworth auf die Auslaugung der Diabase und Melaphyre zurück. Gegenüber der Annahme einer solchen Lateralsekretion wies H. L. Smith[1]) nicht mit Unrecht auf den Fluorgehalt des Apophyllits und den Borgehalt des Datoliths hin; er nimmt an, daß das Metall nach der Gebirgsaufrichtung längs Spalten in Lösung emporgestiegen sei. Daß die Kupfererze in der Teufe etwa sulfidisch werden könnten, ist durchaus unwahrscheinlich; man hat nur sehr selten Kupferkies, Domeykit (Cu_3As) und Whitneyit (Cu_9As) angetroffen. Nach Grant haben die Kupferlagerstätten in ihrem jetzigen Zustande schon zur Eiszeit bestanden, ebenso waren sie schon vorhanden, als die große Südverwerfung das Algonkium gegen den Eastern sandstone abschnitt, da diese nicht mehr von Erzen erfüllt wurde.

Nachstehend seien noch einige mehr oder weniger bedeutungslose Kupfererzvorkommnisse angeführt, welche gleichfalls auf eine Auslaugung angeblich kupferhaltiger Silikate zurückgeführt werden. Das Vorkommen von gediegenem Kupfer in Begleitung von basischen Eruptivgesteinen ist auch, wenngleich nur im kleinsten Maßstabe, an anderen Orten zu beobachten, so im Basalt der Faröer, mit Prehnit im Melaphyr von Oberstein a. d. Nahe, in Diabas von Stirling in Schottland, in Augitporphyrit des Christianiagebietes.[2]) In recht weiter Verbreitung sind in den nordamerikanischen Küstenstaaten dort, wo Diabase in die triasischen Sandsteine der Newark-Formation eingedrungen sind, diese letzteren in deren Nähe mit Kupfererzen imprägniert, welche besonders in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts in mehreren Staaten abgebaut worden sind.[3]) Am besten entwickelt sind sie in New Jersey. Die Erze: gediegen Kupfer, Rotkupfererz, Schwarzkupfererz, Kupferglanz, Kieselkupfer, Buntkupfererz und Karbonate bilden bald unter, bald über den Diabaslagergängen Imprägnationszonen von mitunter mehrere hundert Fuß Durchmesser. Kemp nimmt an, daß die Verwitterung der Diabase das Kupfer geliefert habe, das teils als Kupferkies in dem Gestein fein verteilt, teils als Silikat in ihm enthalten gewesen sei. Diese Lagerstätten sind jetzt bedeutungslos.

Schon die Ureingeborenen haben am Oberen See Kupferbergbau getrieben, wie Funde z. B. von Steinwerkzeugen und bearbeiteten Kupferblöcken auf der Isle Royale bewiesen haben. Den Weißen wurde im XVI. Jahrhundert und

---

[1]) Science, 14. Februar 1896, 251; zit. von Kemp.

[2]) Vogt, Ztschr. f. pr. Geol., 1899, 12.

[3]) Kemp, Ore deposits, 1900, 223. — Weed, Copper deposits of the Appalachian States; U. St. Geol. Surv., No. 213, 1903, 181—186. — Ders., The Griggstown, N. J. copper district; ebenda No. 225, 1904, 187—189.



späterhin, besonders als die Jesuiten dort im XVIII. Jahrhundert Mission trieben, Kunde von dem Kupfer- und Silberreichtum jener Gegend. Um 1760—1770 versuchte der erste Europäer vergeblich Bergbau. Als Houghton das Südgestade des Oberen Sees geologisch und geographisch untersucht und 1841 ausführlich über dessen enormen Kupferreichtum berichtet hatte, gelangte 1845 der erste große Kupfererzblock nach Washington, und kurz nachher wurden am Nordende der Keweenaw-Halbinsel die Gruben Phoenix, Copper Falls, Cliff u. a. eröffnet. Im Jahre 1847 begann der Bergbau im Ontonagon-Distrikt; die dortige Minnesota Grube hatte im Jahre 1848 noch eine Produktion von 6,5 t, im Jahre 1855 erreichte diese 1434 t und 1857 fand sich hier die berühmte, 13,75 m lange, 6,71 m hohe und 2,74 m dicke, 420 t schwere Kupfermasse; die ferneren Erträgnisse wurden aber immer geringer, so daß zu Ontonagon seit 1870 der Betrieb ziemlich erlegen ist. Weitaus am wichtigsten ist jetzt der Houghton-Distrikt, nachdem man früher angesichts des enormen Reichtums der nördlichen Gruben die Erzführung der Konglomerate und Mandelsteine fast mißachtet hatte. Die Kupferproduktion von Michigan betrug im Jahre 1903 beinahe 90000 t, gegenüber einer Gesamtproduktion der Vereinigten Staaten von ca. 310000 t (Montana ca. 120000 t); an jener Ziffer ist allein Calumet und Hecla mit 40% beteiligt. Die Tamarack-Grube arbeitet in mehreren Schächten, deren einer Ende 1904 schon über 1500 m (5066 Fuß), drei andere im Mittel ungefähr 1350 m (4500 Fuß) tief waren. Die gesamte bisherige Kupferproduktion am Oberen See wird auf rund $1^1/_2$ Mill. Tonnen geschätzt.

7. Die Nickel-Kobalt- (und Wismut-) Erzgänge.

Die merkwürdigen chemischen Beziehungen zwischen Nickel und Kobalt sind bekannt; in ihren Schwefel- und Arsenverbindungen vertreten sie sowie das Eisen sich in wechselnden Verhältnissen, und ihre Erze sind typische Beispiele für das Wesen der Isomorphie. Ganz besonders auf den Erzgängen sind Nickel und Kobalt treue Genossen, dabei kann jedoch das Mengenverhältnis zwischen beiden auch auf sehr ähnlichen Lagerstätten ein sehr verschiedenes sein. Ein recht häufiger Begleiter der beiden Metalle ist das Wismut, sei es in gediegenem Zustande oder seltener als Wismutglanz (Bi_2S_3), aus denen Wismutocker, Wismutkarbonat, Kieselwismut, Agricolit und Bismutoferrit (Hypochlorit) hervorgehen können; manchmal ist es auch in Sulfobismutiden enthalten.

Das wichtigste primäre, auf Gängen auftretende Kobalterz ist der Speiskobalt, er ist nickel- und eisenhaltig; die theoretische Formel $CoAs_2$ entspräche 28,12 Co und 71,88 As. Der Kobaltglanz ist auf Gängen sehr selten; seine Formel CoAsS bedingt 35,41 Co, 45,26 As und 19,33 S, doch enthält er mehr oder weniger Eisen. Tesseralkies, $CoAs_3$ mit 20,68 Co, 79,32 As, Kobaltnickelkies (Linneit, Kobaltkies, Siegenit), $(Ni,Co)_3S_4$, Sychnodymit, Co_4S_5, sind technisch ohne Bedeutung; das Vorkommen von Kobaltarsenkies und Glaukodot gehört den lagerförmigen Erzlagerstätten an. Ein nicht unwichtiges Erz ist nicht selten die Kobaltblüte, $Co_3[AsO_4]_2 . 8H_2O$, und der Asbolan (Kobaltmanganerz, Erdkobalt); seltene sekundäre Mineralien sind hingegen der Kobaltspat, $CoCO_3$, und der Kobaltvitriol, $CoSO_4 . 7H_2O$.

Von den Nickelerzen sind am verbreitetsten der Chloanthit und Rammelsbergit (Weißnickelkies), $NiAs_2$, eisen- und kobalthaltig; die theo-

retische Formel erfordert 28,12 Ni und 71,88 As. Rotnickelkies, NiAs mit 43,9 Ni und 56,1 As; weniger häufig ist Millerit (Haarkies), NiS mit 64,45 Ni, Gersdorffit (Nickelarsenkies, Arsennickelglanz), NiAsS, theoretisch mit 35,4 Ni, Ullmannit, NiSbS mit 27,9 Ni, untergeordnet und sehr selten Polydymit, Ni_4S_5, Korynit (Arsenantimonnickelglanz), Breithauptit, NiSb, Beyrichit, NiS, Hauchecornit, $Ni_7(S,Bi)_8$. Sekundär sind Nickelblüte (Annabergit, Nickelocker), $Ni_3[AsO_4]_2 . 8H_2O$, Nickelvitriol, $NiSO_4 . 7H_2O$, Bunsenit, NiO. Der nickelhaltige Magnetkies und die Nickelmagnesiasilikate haben für die in Rede stehenden sulfidischen Erzgänge keine Bedeutung.

* Der Millerit ist als Erz nur von untergeordneter Wichtigkeit; zu Nanzenbach bei Dillenburg bedingte er in inniger Verwachsung mit Kupferkies und Pyrit einen beträchtlichen Nickelgehalt der dortigen Kupfererze. Im übrigen ist seine Verbreitung in den Sphärosideriten, Sandsteinen usw. der Steinkohlenformation verschiedener Gegenden sehr merkwürdig, wenn auch technisch belanglos.[1]) Im unterkarbonischen Kalk von St. Louis[2]) in Missouri tritt er mit Kalkspat, Dolomit, Flußspat, Anhydrit, Gips, Schwerspat, Strontianit und Pyrit als Ausfüllung von Höhlungen auf. In Arkansas kommt er sogar in abbauwürdiger Menge vor.

Die Nickel- und Kobaltgänge haben für die Nickelproduktion fast gar keine Bedeutung mehr, denn die großen von der jetzigen Industrie verarbeiteten Nickelmengen entstammen den schon früher besprochenen Magnetkieslagerstätten (S. 42—62) und hydrosilikatischen Nickelerzgängen (576—585). Auch ihre Bedeutung für die Kobaltgewinnung hat abgenommen, weil die wichtigeren Vorkommnisse zum guten Teil abgebaut sind, ohne daß hinreichende neue Entdeckungen von Kobalterzgängen in der letzten Zeit gemacht worden wären; trotzdem die schon im XVI. Jahrhundert in Böhmen erfundene Blaufarbenfabrikation[3]) seit der Einführung anderer künstlicher Farben, wie des Ultramarins, an ihrer früheren Wichtigkeit verloren hat, besteht doch immer noch Bedarf an Kobalt, der jetzt zum nicht geringen Teil durch die eluvialen (metathetischen) Asbolanvorkommnisse von Neukaledonien (s. S. 582) gedeckt wird.

Die Zahl der eigentlichen Nickel- und Kobalterzgänge ist keine große, ihre mineralogische Selbständigkeit eine geringe. Während die beiden Metalle auf den Gold- und Bleierzgängen und auf den weiter unten zu besprechenden pneumatolytisch-hydatogenen Gängen im allgemeinen fehlen, brechen sie auf zahlreichen Silbererzgängen ein, die dann manchmal in technischer Hinsicht auch als Nickel-Kobalt-, z. T. auch als Wismutgänge bezeichnet werden können; die Silbererzgänge von Andreasberg, im Frohnbachtal, von Markirch, Les Chalanches, Sarrabus, Silver Islet, Arqueros, vor allem aber von Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Joachimsthal, Annaberg, Marienberg, Freiberg (edle Ge-

---

[1]) Siehe S. 227 ff. und v. Roehl, N. Jahrb., 1861, 673 (Vorkommen des Millerits im Ruhrbecken).

[2]) Leonhard, On the occurrence of millerite in St. Louis; Transact. Ac. Scienc. of St. Louis, IV, 1884, 440—451; Ref. N. Jahrb., 1885, II, 403.

[3]) Lehmann, Cadmiologia oder Geschichte des Farben-Kobolds, 1761. — Kapff, Beiträge zur Geschichte des Kobaltbergbaues und der Blaufarbenwerke, 1792.



schicke), Wittichen, Guadalcanal und von Ontario wären als Beispiele zu nennen. Anderseits besteht eine große Verwandtschaft zu den sideritisch-barytischen Kupfererzgängen. Kobalt- und besonders Nickelerze brechen auf den Kupfererzgängen von Mitterberg, Kitzbühel, Steben und Imsbach ein, sie sind nicht ohne Bedeutung im Gebiete der Siegener Spateisenstein-Kupfererzgänge; einzelne weiter unten zu besprechende Gänge zeigen geologische und mineralogische Verwandtschaften zu solchen, wie die Dobschauer zu den oberungarischen Kupfereisenerzgängen, die thüringischen Kobaltrücken zu den Kamsdorfer Kupfererzgängen. Die Nickel-Kobalt-Wismutgänge sind nicht an bestimmte Nebengesteine gebunden; während man geneigt ist, ihre Entstehung im Erzgebirge mit dem Empordringen der dortigen Granite in Zusammenhang zu bringen, sind die teilweise gleichfalls wismutführenden Nickel- und Kobaltrücken Mitteldeutschlands jugendlichen, wahrscheinlich tertiären Alters und können nicht zu irgendwelchen Gesteinseruptionen in Beziehung gebracht werden. *

Stelzner hat folgende Gruppen unterschieden:

A. Nickel-Kobalterzgänge mit vorwaltendem Quarz, ohne bemerkenswerten Silbergehalt.

B. Die Kobalt-Silbererzgänge mit meist vorwaltendem Quarz und mit Karbonspäten, mit oder ohne Schwerspat und Flußspat.

C. Nickel-Kobalterzgänge mit meistens vorherrschenden Karbonspäten — meistens Eisenspat —, mit oder ohne Schwerspat, ohne nennenswerten Silbergehalt, dagegen fast stets mit beträchtlichem Kupfergehalt. Bald ist Nickel, bald Kobalt vorherrschend.

A. Nickel- und Kobalterze mit vorwaltendem Quarz, ohne bemerkenswerten Silbergehalt.

Dieser Gangtypus scheint sehr selten zu sein. Breithaupt[1]) erwähnt ihn von Breto in Portugal, wo Speiskobalt mit Quarz als Besteg von Granitgängen in Granit auftrete, von Castanheiro Kobalt-Quarzgänge in Granit, von Pinheiro ebensolche in Tonschiefer.

Auf der Farm Enzaamheid bei **Balmoral**[2]) in Transvaal ist ein merkwürdiges Kobaltvorkommen in den paläozoischen Magalies-Quarziten bekannt, die von Gabbrointrusionen durchsetzt werden. Der Speiskobalt (mit 1 Ni auf 8 Co) erscheint als Imprägnation und in Nestern auf Gängen von Hornblende, Feldspat und Chalcedon, worin ersterer und letzterer die Salbänder, der Feldspat die Mitte bildet; auch Molybdänglanz bricht ein. Nach Horwood soll es sich um Pegmatitgänge handeln, in denen die Erze als pneumatolytische Bildungen abgeschieden

[1]) Paragenesis, 232. Als Nebengestein wird für Castanheiro „Granat" angegeben, was wohl ein Druckfehler ist.

[2]) Hatch and Corstorphine, The Geology of South Africa, 1905, 178, 193. — Horwood, The red granite of Balmoral and its relation to the cobalt lodes; Transact. Geol. Soc. South Afr., VII, 1904, 110. — Dörffel, The Balmoral cobalt lodes; ebenda VI, 1904, part V, 93. Die beiden letzteren zitiert von Hatch und Corstorphine. — Dunn, Further notes on the diamond-fields of South-Africa, with observations on the gold-fields and cobalt-mine in the Transvaal; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXIII, 1877, bes. 883.



wurden. Diese Kobaltgänge treten in demselben Gebiete auf, wie diejenigen, welche Öhmichen[1]) als goldführend beschrieben hat.

Ein eigentümliches Nickelerzvorkommen ist zu **Benton**[2]) in Arkansas im Jahre 1887 aufgefunden worden. Ein in Tonschiefer aufsetzender Quarzgang führt massenhaften Millerit, der von etwas Kobalterzen, Pyrit und stellenweise etwas Bleiglanz begleitet wird. Gold ist spurenweise vorhanden, Silber meistens nachweisbar, aber nur stellenweise bis zum Betrag von 0,1 % in bleiglanzhaltigem Erz.

B. Die Kobalt- (Nickel-) Silbererzgänge.

Quarz ist stets vorhanden, desgleichen Karbonspäte; der Schwerspat bildet bald die vorwiegende Gangart, bald fehlt er ganz oder fast ganz; Flußspat kann eine wesentliche Gangart sein. Zu einer älteren Gangfüllung von Kobalt-, Nickel- und Wismuterzen tritt eine jüngere von edlen Silbererzen; Uranpecherz ist häufig vorhanden. Hier hätten die Vorkommnisse ihre Stelle zu finden, welche schon früher unter derselben Bezeichnung beschrieben worden sind (S. 735 bis 746). In der Tat beruht die hauptsächlichste Bedeutung der **Schneeberger** Gänge heute in ihrer Kobalt- und Wismutführung, zu **Annaberg** bestand ehedem gleichfalls Kobaltbergbau, die **Johanngeorgenstädter** Gänge liefern Wismut; mineralogisch ähnlich sind diesen Gängen diejenigen von Joachimsthal und Marienberg, die edlen Geschicke auf den barytischen Bleierzgängen zu Freiberg, die Gänge von Wittichen, Guadalcanal und Temiskaming.

Der jetzt aufgelassene, zuletzt auf Nickel betriebene Bergbau von **Schladming**[3]) in Steiermark war sehr alt; schon im XV. und XVI. Jahrhundert war Schladming ein blühender Bergort. Hauptsächlich wurde früher neben Silber auch Kobalt für Smalte gewonnen, die Nickelerze ließ man in der Grube stehen oder sie wurden auf die Halde geworfen. Einen neuerlichen Aufschwung hatte der Bergbau seit 1832 genommen, war aber dann wieder zum Erliegen gekommen, als man in späterer Zeit nochmals reiche Rotnickelerze gewann. Das Nebengestein der Gänge bilden Hornblendeschiefer und Gneis, in welchen sich meilenweit Schichten mit fein verteiltem Magnetkies, Schwefel- und Arsenkies verfolgen lassen, die nach Art der norwegischen Fahlbänder im Ausbiß braun verwittert sind und hier „Branden" genannt werden.[4]) Diese erreichen Mächtigkeiten von $^1/_2$—30 m. Von den 6 wichtigeren Fahlbandzonen treten wiederum die 6 m mächtige „Vötternbrande" und die 17 m mächtige „Neualpener Brande" deutlich hervor. Sie fallen durchschnittlich unter 50° gegen N. ein und werden durchsetzt von widersinnig und sehr steil einfallenden, NO. oder OW. streichenden Gangklüften mit Kalkspat und Quarz, deren man im Jahre 1887 schon 13 aufgeschlossen hatte; davon durchschnitten 4 die Neualpener, 3 die Vötternbrande. Einzelne der Gänge kreuzen nachgewiesenermaßen mehrere erzimprägnierte Schieferbänder. Über die besondere Verteilung der Erze auf den Gangklüften und innerhalb der Branden bemerkt Aigner folgendes. Im Hangenden der Vötternbrande erwiesen sich alle Gänge als taub, in ihrem Liegenden führten einzelne

---

[1]) Goldhaltige Kobaltgänge in Transvaal; Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 271—274.

[2]) Mineral Resources of the United States, 1887, 128—129.

[3]) Aigner, Die Nickelgruben nächst Schladming in Ober-Steiermark; Leob. Jahrb., IX, 1860, 260—277. — Flechner, Mitteilungen über Nickelfundstätten und Nickeldarstellung im allgemeinen und speziell über den Nickelbergbau bei Schladming; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., XXXV, 1887, 80—84.

[4]) Sind die „Branden" vielleicht erzimprägnierte Quetschzonen? Bergeat.



Fahlerze. Im Hangenden der Neualpner Brande führte nur ein Gang, die Silberkluft, reiche Silberfahlerze; im Liegenden derselben enthielten die Gänge ebenfalls Fahlerze, einer hingegen Arsenkies und gediegen Arsen. Im Gegensatz dazu steht die Erzführung auf den Durchschnitten der Klüfte mit den Branden. Dort werden alle Gänge zu Nickelgängen, indem sie sich zerschlagen und als ein Trümerwerk in der Schieferung des Gesteins ausbreiten, oder aber sie bilden bis zu 3—6 m lange und 0,6 m mächtige Nester, sogen. Mugeln. Außer Silbererzen fanden sich ganz besonders solche von Nickel, aber auch von Kupfer, Kobalt und Blei, sowie Wismut. Die Nickelerze (Rotnickelkies, Chloanthit, Gersdorffit) ergaben einen durchschnittlichen Gehalt von 11 % Nickel; von 1840 bis 1847 gewann man massenhaften Rotnickelkies mit 38—40 % Metallgehalt. Geringe Mengen von Speiskobalt brachten 0,5—1 % Kobalt, etwas Fahlerz bis zu 1 % Kupfer. Außerdem brach Arsenkies und Pyrit ein; Hauptgangart scheint Kalkspat gewesen zu sein.

Nach Blake[1]) sind auf der Kelsey Mine zu Compton im Los Angeles County, Calif., silberhaltige Kobalterze mit barytischer Gangart abgebaut worden.

Über ein vor zwei Jahren im Cerro de Famatina (Argentinien) entdecktes Vorkommen von Quarzgängen mit Speiskobalt und Arsenkies, die in den reicheren Erzen 25—30 g Gold und 150—300 g Silber pro Tonne enthalten, hat Eriksson[2]) berichtet. Sie setzen in der Nähe eines sauren Eruptivgesteins in „Talkschiefer" auf. Diese Gänge mögen einstweilen hier erwähnt werden.

C. Karbonspätige oder barytische Nickel-Kobalterzgänge,

ohne wesentlichen Silbergehalt und mehr oder weniger kupferführend.

An die Nickelkobalterzführung mancher karbonspätiger Kupfererzgänge und kupferführender Spateisensteingänge wurde soeben erinnert. Im besonderen mag noch einmal das **Siegerland**[3]) genannt sein, wo Kobalt- und Nickelerze verbreitet sind und erstere von Zeit zu Zeit sogar gewonnen werden (s. S. 847).

Auf den oberfränkisch-vogtländischen Gängen bei **Steben,** Lichtenberg, Hirschberg, Sparnberg, Sparneck, Naila, **Lobenstein** usw. fanden sich neben Spateisenstein, Kupfererzen und deren mannigfachen Zersetzungsprodukten auch Kobalt- und Nickelerze und zuweilen auch Wismut und Schwerspat.[4])

Gegenwärtig bedeutungslos sind die sogen. Kobalt- und Nickelrücken[5]) des thüringischen und des spessarter Kupferschiefergebirges, auf

---

[1]) New localities of erythrite; Am. Journ. of Science, XXX, 1885, 163; Ref. N. Jahrb., 1887, II, 282.

[2]) An Argentine cobalt mine; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 176.

[3]) Schmeißer, Über das Unterdevon des Siegerlandes und die darin aufsetzenden Gänge; Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1882, 92—93, 99—100.

[4]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, 1879, 302—304. — Breithaupt, Paragenesis, 214—215.

[5]) Bäumler, Über das Vorkommen von Nickelerzen im Mansfeldschen Kupferschiefergebirge; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., IX, 1857, 25—50. — Schrader, Der Mansfeldsche Kupferschiefer-Bergbau; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XVII, 1869, 251—303. — Der Kupferschieferbergbau und der Hüttenbetrieb in den beiden Mansfelder Kreisen, 1889. — Köhler, Die „Rücken" in Mansfeld und in Thüringen, sowie ihre Beziehungen zur Erzführung des Kupferschieferflözes, 1905. — v. Hoff, Beschreibung des Trümmergebirges und des älteren Flözgebirges, welche den Thüringer Wald umgeben; v. Leonh. Taschenb., VIII, 1814, bes. 426—436. — Rieß, Mineralogische und bergmännische Beobachtungen über einige hessische Gebirgsgegenden, 1791, 28—69. — Beyschlag, Die Kobaltgänge von Schweina in Thüringen; Ztschr. f. prakt. Geol.,



denen noch bis in die letzten Jahre Bergbauversuche stattgehabt haben. Über die allgemeinen geologischen Verhältnisse der betreffenden Gebiete ist schon früher ausführlich gesprochen worden (S. 391—407), so daß hier im wesentlichen nur noch mineralogische Einzelheiten nachzutragen sind. Die Erzführung der Kobaltrücken beschränkt sich zumeist auf die Gangteile, welche zwischen den verworfenen Teilen des Kupferschieferflözes oder wenig darunter und darüber liegen. Sie bilden deshalb ein gutes Beispiel für die Veredelung von Erzgängen im Durchschnitt mit erzführendem Nebengestein. Mineralogisch herrscht unter den verschiedenen Vorkommnissen insofern keine völlige Übereinstimmung, als bald Karbonspäte, bald Schwerspat die vorwaltende Gangart bilden.

Im **Mansfeldschen** ist u. a. früher am 23. Flözberge bei Gerbstädt auf Nickelerze gebaut worden; es fanden sich dort Rotnickelkies, Schwefelkies und Speerkies mit Kalkspat, Braunspat, Spateisenstein und wenig Schwerspat und Aragonit, untergeordnet und seltener Kupferglanz, Buntkupfererz und Kupferkies, Nickel- und Kobaltblüte. Gelegentlich wird zu Mansfeld auch Speiskobalt gefunden. Neben den Gängen ist der Rotnickelkies wohl auch in hiekenförmigen oder in größeren derben Massen in das Flöz eingewandert. Schwerspat war auf den Nickelgängen des **Sangerhäuser** Reviers (s. S. 402) vorwaltende Gangart; die nesterförmig einbrechenden Erze waren Rotnickelkies, „Arsenikkobaltnickelkies“ (mit 33,65 Ni, 13,33 Co, 35,39 As, 16,44 S, nach Bäumler), Schwefelkies und Nickelblüte; Kupferkies und Kupferglanz waren im ganzen selten. Von der großen Zahl der den Kupferschiefer durchsetzenden Spalten sind nur wenige als Erzgänge zu bezeichnen.

Es kann weiterhin an die Erzgänge von **Kamsdorf** in Thüringen erinnert werden, deren Mineralführung sich durch ihre Vielartigkeit und das reichliche Einbrechen von Kupferverbindungen auszeichnet (S. 831).

Die **Schweinaer** Kobaltrücken führen außer Kobaltblüte Speiskobalt mit 10,93 % Co und 6,12 % Ni; er wird begleitet von Schwerspat und bildet manchmal in den bis zu 1,60 m mächtigen Spaltenzügen derbe, mitunter 20 cm dicke Massen. Rotnickelkies und Chloanthit sind nur untergeordnet. Die Erzführung beschränkt sich auf die zwischen dem hangenden und liegenden Teil des Kupferschieferflözes liegenden Gangteile, erreicht also, entsprechend der Größe der Verwerfung, eine vertikale Ausdehnung bis zu 15 m. Nachdem zu Schweina im XVI. und XVII. Jahrhundert hauptsächlich Kupferschieferbergbau stattgehabt hatte, begann man im Beginn des XVIII. die weiterhin sehr blühende Kobaltgewinnung; 1818 wurde der Betrieb eingestellt und späterhin 1856—1859 und in den 1890er Jahren nur vorübergehend wieder aufgenommen. Über die alten Kobaltgruben bei Schmalkalden hat Rieß berichtet.

Riechelsdorf ist S. 405 besprochen worden. Kupferschieferbergbau soll dort schon im Jahre 1460 begonnen haben; er wurde im Jahre 1873 aufgegeben, während die Gewinnung von Rückenerzen bis in die letzten Jahre andauerte und gemäß den bis 1816 zurückreichenden Zusammenstellungen im großen ganzen jährlich zwischen 20 und 50 t Kobalt- und Nickelerze ergab.

1898, 1—4. — Krusch, Über neue Kobaltaufschlüsse im Thüringer Walde; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LIV, 1902, Verh. 55—58. — Heuser, Versuch einer geognostischen Beschreibung der im Riechelsdorfer Gebirge aufsetzenden Gänge und sogen. Veränderungen; v. Leonh. Taschenb., XIII, 1819, 311—447. — Graßmann, Das Riechelsdorfer Kupfer- und Kobaltwerk in Hessen; Ztschr. f. d. Berg-. Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIV, 1886, 195—207. — Joh. Leb. Schmidt, Mineralogische Beschreibung des Biebergrundes; Leonh. Taschenbuch, II, 1808, 45—70. — Bücking, Der nordwestliche Spessart; Abh. preuß. geol. Landes-Anst., N. F., XII, 1892, 137—141. — Breithaupt, Paragenesis, 233—242.



Geologisch entsprechen den Riechelsdorfer Kobaltgängen die in dortiger Gegend sehr verbreiteten Schwerspatgänge. So setzt der Martlinger Rücken bei Nentershausen im Kreis Rotenburg a. d. Fulda hauptsächlich im Rotliegenden und nur in seinem obersten Teile im Kupferschiefer und Zechstein auf. Er wird stellenweise bis zu 20 m mächtig und enthält nur Spuren von Nickel und Kobalt, wenig Kalkspat und keinen Quarz.

Die zumeist WNW. streichenden Kobaltrücken von **Bieber** im Spessart durchsetzen als Verwerfungen das kristalline Grundgebirge und lassen sich durch den Zechsteinletten teilweise bis in den untersten Buntsandstein verfolgen. Die durch sie bewirkten Störungen betragen nicht selten 10—40 m, im Streichen sind sie bis zu mehrere hundert Meter weit nachgewiesen worden. Dabei sind sie durchschnittlich 0,15—1,50 m, aber auch bis zu 6 m mächtig und enthalten neben Bruchstücken des Nebengesteins hauptsächlich Spateisenstein und Schwerspat; ihre sonstige Mineralführung besteht aus etwas Quarz, Speiskobalt und Rotnickelkies, seltener aus Kupferfahlerz, Kupferkies, Wismut, Wismutglanz, Chloanthit, Millerit und Arsenkies, wobei sich der Speiskobalt und der Kupferkies auszuschließen scheinen; sekundäre Bildungen sind Kobalt- und Nickelblüte, Kobaltvitriol, Pharmakolith, Wismutocker und das seltene gediegen Kupfer.

Der Speiskobalt brach bald mit Rotnickelerz gemengt in sehr reinen Massen ein, bald war er fein eingesprengt in die Gangarten, bald imprägnierte er als sogen. schwarzer Erdkobalt die zersetzten Nebengesteinsbruchstücke. Die reicheren Gänge sind bis zu 60 m unter das Kupferlettenflöz (oder wohl den höher liegenden Flözteil?) erzführend befunden worden, während die Kobaltführung der geringeren nur selten unter dieses reichte. Von den ziemlich zahlreichen Rücken war der sogen. erste Lochborner Rücken der wichtigste; er wurde zwischen 1748 und der Mitte des vorigen Jahrhunderts fast ganz abgebaut. Zu erwähnen ist noch der sogen. Wismutrücken, der fast nur Spateisenstein, Wismut und Wismutglanz führte. Die genannten Erze sind aus den Gangspalten auch in den Kupferletten und die hangenderen Schichten des Zechsteins eingewandert; wie zu Kamsdorf und in Schmalkalden, so hat auch zu Bieber eine mehr oder weniger intensive Umwandlung des Zechsteins (eigentlicher Zechstein und Hauptdolomit) in Eisensteinlager stattgefunden.

Wohl nur eine Modifikation der Kobaltrücken am nordwestlichen Abfall des Spessart sind nach Bücking die Schwerspatgänge, welche in der Rhön bei Aschaffenburg und zwischen Aschaffenburg und Gelnhausen im Grundgebirge aufsetzen, bis in den Zechstein hineinreichen und dasselbe Streichen wie jene besitzen. Die bedeutendsten dieser Gänge sind bei Waldaschaff und Oberbessenbach bei Aschaffenburg abgebaut worden; sie erreichen Mächtigkeiten bis zu 6 m und führen neben dem Schwerspat auch etwas Kupferwismuterz, Wismutocker, Eisenglanz, Eisenrahm, Flußspat und Amethyst. Auch im Buntsandstein von Partenstein, östlich Aschaffenburg, sind Schwerspatgänge ausgebeutet worden.

Auf der Grube Großfürstin Alexandra im **Schleifsteinthal,**[1]) südlich von Goslar, setzt ein im Mittel ungefähr 3 m mächtiger Gang mit vorwaltendem Bleiglanz, mit Zinkblende, Kupfer- und Schwefelkies samt Quarz und Kalkspat

[1]) Blömeke, Über die Erzlagerstätten des Harzes und die Geschichte des auf demselben geführten Bergbaues; Leob. Jahrb., XXXIII, 1885, bes. 11—12. — Klockmann, Über einen neu entdeckten Nickelerzgang am nordwestlichen Oberharz; Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 385—388. — Söhle, Die Grube „Großfürstin Alexandra" im großen Schleifsteinthal bei Goslar; Naturw. Wochenschrift, XV, 1900, 74—77. — Breyhahn, Lagerungs- und Betriebsverhältnisse der Grube Großfürstin Alexandra; Clausthaler Referendarprüfungsarbeit, 1904.



im unterdevonischen Kahleberg-Spiriferensandstein auf; er liegt wahrscheinlich in der östlichen Fortsetzung des Gegental-Wittenberger Gangzuges. Es scheint, als ob er durch eine den Schichten ungefähr parallelstreichende Verschiebung („Schlichtes") in zwei 75 m voneinander entfernte Teile zerrissen worden wäre, welche man als Haupt- und Nebengang unterschieden hat. Scharf getrennt von dem Bleierzvorkommen findet sich im unmittelbaren Liegenden jenes „Schlichten" ein 55 m weit verfolgbarer Gang mit bis zu 30 cm mächtigen, indessen sehr absätzigen Mitteln von Gersdorffit, Schwefelkies, Quarz, Kalkspat, Nickelvitriol, Nickelblüte, Brauneisenerz und Pharmakolith. Ein anderes unwesentliches Nickelerzvorkommen auf dem Harz war das auf dem Feld- und Quellenzug der Grube Albertine bei Harzgerode;[1] außerdem sei nochmals an die Kobalt- und Nickelerzführung der Gänge von Andreasberg und bei Braunlage erinnert. Ein weiteres Harzer Nickelvorkommen ist endlich dasjenige an den Thumkuhlenköpfen bei Hasserode;[2] Wismut, Kupfererze, Speiskobalt, Antimonnickel, Rotnickelkies, Bleiglanz, Arsenkies brachen dort auf Kalkspat-Quarztrümern ein.

Auf den besonders an die Roteisensteine, Schalsteine, Diabase und „Kramenzelschiefer" des Dillenburger Devons gebundenen Erzgängen walten gewöhnlich die Kupfererze vor. Solche Gänge hatte bis dahin die Grube Hülfe Gottes bei **Nanzenbach**[3]) abgebaut, als man im Jahre 1841 im Hangenden des in Schalstein auftretenden Hauptganges einen bis zu 5 m mächtigen Nickelerzgang anfuhr, der bis 1868 abgebaut worden ist. Er setzte in einem stark serpentinisierten Paläopikrit auf und war nur in diesem erzführend. Seine Mineralführung bestand aus Schwefelkies, Kupferkies, Haarkies, untergeordneter Zinkblende, aus Rotnickelkies, Weißnickelkies, Glanzkobalt, Speiskobalt, Kobalt- und Nickelblüte, selten auch Bleiglanz, mit den Gangarten Kalkspat, untergeordnetem Dolomit, Spateisenstein und Quarz. Vorwaltend waren Kupfer- und Schwefelkies, der mit Haarkies durchwachsen war; die anderen Nickel- und Kobalterze erschienen in der Hauptsache an durchneidende Kalkspatklüfte gebunden. Die edelsten Erze ergaben 3 % Nickel und 14,5 % Kupfer. Nach Casselmann enthielt das Gemenge teilweise auch gegen 2 % Wismut, wohl als Wismutglanz. Die Länge des Erzmittels betrug bis zu 80 m. Die Nickelerzproduktion von Nanzenbach betrug gewöhnlich zwischen 200 und 500 t jährlich, erreichte aber im Jahre 1863 sogar 1369 t. Ähnlich ist die Lagerstätte von Bellnhausen bei Gladenbach in Hessen, 3 Stunden von Marburg.[4])

---

[1]) Kegel, Beitrag zur Kenntnis der Neudorf-Harzgeroder Gänge (Ostharz); Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 398. — Breithaupt, Paragenesis, 215—216. — Lüdecke, Minerale des Harzes, 82.

[2]) Lüdecke, l. c. 68—69. — Schleifenbaum, Der auflässige Gangbergbau der Kupfer- und Kobalterzbergwerke bei Hasserode im Harz; Ztschr. d. naturw. Ver. d. Harzes, 1894, 12—101; Ref. N. Jahrb., 1897, I, — 299—300 —.

[3]) C. Koch, Über das Vorkommen von Nickelerzen am Westerwald; Gangstud., III, 1860, 246—252. — Casselmann, Über die Zusammensetzung der in der Nähe von Dillenburg vorkommenden Nickelerze; Dingl. Polyt. Journ., CLVIII, 1860, 30—35; Jahrb. Ver. f. Naturk. in Nassau, XIV, 1859, 424—431. — v. Koenen, Gangverhältnisse der Grube „Hülfe Gottes" bei Dillenburg; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XV, 1863, 14—16. — Frohwein, Beschreibung des Bergreviers Dillenburg, 1885, 70—71. — Kauth, Beschreibung der in den Ämtern Dillenburg und Herborn aufsetzenden Erzgänge; Odernh. Berg- u. Hüttenw. im Herzogtum Nassau, Schlußheft, 1867, bes. 111—118.

[4]) v. Klipstein, Notiz über die Unternehmungen und Fortschritte der Gewerkschaft Aurora; Gemeinnütz. Bl. z. Förd. d. Bergb., I, 1848, 104—110. — Notiz über den Nickelbergbau im früheren hessischen Hinterlande; Berggeist, XXI, 1876, 193.



Zu der Zone der nordalpinen Kupfererzgänge gehören die Nickellagerstätten von **Leogang,**[1]) nördlich von Zell a. S. im Salzburgischen. Sie bilden scheinbar unregelmäßige Ansiedelungen in Dolomiten, die den dortigen silurischen Schiefern eingeschaltet sind; mineralogisch sind sie den Gängen von Mitterberg und Kitzbühel verwandt. Die Lagerstätte im Schwarzleothale folgt einer mächtigen, eisenspätigen und quarzhaltigen Dolomitmasse, tritt darin sehr unregelmäßig auf und führt in Trümern, derben Massen, Butzen und Nestern Pyrit, Kupferkies, Bleiglanz, Fahlerz, Buntkupfererz, Zinnober, Quecksilber, Amalgam, Realgar, Auripigment, Rotnickelkies, Speiskobalt, Arsenkies, Gips, strontiumhaltigen Aragonit, Strontianit, Anhydrit, Cölestin usw. Antimonit kommt stellenweise in dem benachbarten Schiefer vor, der in noch höherem Maße von Zinnober imprägniert ist. Der eisenspätige, oft mit Quarz durchwachsene Dolomit („Erzkalk") am Nöckelberge enthält kobalthaltige Nickelerze, Pyrit und Kupferkies in feiner Durchwachsung; auch der die Dolomitlinsen umschließende Schiefer ist auf kurze Erstreckung mit Nickelerz durchzogen. Der Bergbau ist jetzt eingestellt.

Im **Einfischtal**[2]) (Val d'Anniviers) und im **Turtmanntal,** zwei südlichen Seitentälern der Rhône im Wallis, liegen die bemerkenswertesten Erzgänge dieses Kantons. So sind im Einfischtal mehrere in chloritischem Gneis aufsetzende Kupfererzgänge bei Luc und südlich von Ayer und Grimentz teilweise noch in den letzten Jahren abgebaut worden. Es sind Lagergänge bald mit quarziger, bald mit spätiger, seltener mit barytischer Gangart. Der $1-1^1/_2$ m mächtige Quarzgang von Collioux enthielt außer Kupferkies und Fahlerz auch Bleiglanz und als ganz jugendliche Bildungen in den alten Abbauen auch Wulfenit und Weißbleierz.[3]) Bei Ayer liegen einander benachbart die Kupfer-Nickel- und Kobalterzgänge von Gollyre und Grand Praz. Beide setzen als Quergänge in schieferigem, hornblendereichem Gneis auf und zeigten die Eigentümlichkeit, daß die Kobalt- und Nickelerze nur da auftraten, wo der Gang fahlbandartige Gesteinszonen durchsetzte (s. S. 269). Sie führen spätige Gangart. Die ziemlich gut aufgeschlossene Lagerstätte von Grand Praz ist ein Braunspatgang, in den oberen Teufen mit Nickel- und Kobalterzen, in den unteren mit Kupferkies. Haupterz war dort der Chloanthit mit 7—11 % Kobalt, meist derb, selten kristallisiert; Kobalt- und Nickelblüte finden sich reichlich im Ausgehenden, ferner brachen ein: Rotnickelkies, Wismut, blätterige

[1]) Lipold, Der Nickelbergbau Nökelberg im Leogangtale; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., V, 1854, 148—160. — Pošepný, Archiv f. prakt. Geol., I, 1880, 297 bis 307. — Buchrucker, Die Mineralien der Erzlagerstätten von Leogang in Salzburg; Ztschr. f. Kristallogr., XIX, 1891, 113—166, Lit.

[2]) Girard, Geologische Wanderungen, 1861, 58—69. — Ossent, Über die Erzlagerstätten im Annivierstale und den Hüttenbetrieb zu Siders (Canton Wallis); Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVII, 1868, 245—247, 269—271, 285, 303—306, 321—322, 325 bis 326; XXVIII, 1869, 13—15, 99, 361—362, 374—376, 383—388. — Ders., I. Über die Fahlbänder und Branden und II. Über die Schlammabsätze der Bergwässer des Wallis; ebenda XLIV, 1885, 333—336, 345—348, 359—362, 369—371. — Ders., Über die Erzvorkommen im Turtmann- und Annivierstal; Ztschr. f. Krist., IX, 1884, 563 bis 564. — Gerlach, Die Bergwerke des Kantons Wallis, Sitten 1873, bes. 81—104. — Heusler, Über das Vorkommen von Nickel- und Cobalterzen mit gediegenem Wismut an der Crête d'Omberenza im Canton Wallis; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXVIII, 1876, 238—247. — Herr Prof. Dr. C. Schmidt in Basel gestattete freundlichst die Einsicht in ein handschriftliches Gutachten vom August 1902.

[3]) C. Schmidt, Wulfenit aus der Mine Collioux bei St. Luc im Val d'Anniviers; Eclogae geol. Helv., VII, 1901, 139—140.



Partien von Wismutglanz, nickel- und kobaltfreier Arsenikalkies, Schwefelkies und ein muschelig brechendes, kolophoniumartiges Mineral, das Ossent als ein Kobalthydroxyd bezeichnet hat. Bei der vorübergehenden Wiederaufnahme des Bergbaues hat man neuerdings 50 m unter dem Ausstrich nur Kupferkies angetroffen. In den Jahren 1850—1858 lieferte Grand Praz, als die wichtigste Walliser Grube, 2555 Zentner geschiedene und aufbereitete Erze mit 16 % Nickel und 8 % Kobalt, welche zu Siders verschmolzen wurden. Die Grube war schon im XVIII. Jahrhundert bis 1789 bearbeitet worden. Der Gang von Gollyre ist 30—70 cm mächtig; er soll von 1847—1850 500—600 Ztr. Nickelerze ergeben haben.

Ein weiteres Kobalt-Nickelvorkommen, auf welchem von 1875—1898 Bergbau statthatte, tritt am Kaltberge im Turtmannstal auf. Innerhalb eines kaum 50 m breiten Schichtenkomplexes von dünnschieferigen Gneisen liegen 7 als Lagergänge bezeichnete Lagerstätten übereinander. Sie sind 5—30 cm mächtig, führen grobkörnigen Braunspat, wenig Quarz und nur teilweise auch viel Schwerspat, als Erze Speiskobalt (mit bis 7 % Ni und ebensoviel Fe oder sogar mit 14 % Fe und dann nur 14 % Co und bis 1 % Ni), kobalthaltigen Chloanthit, Arsennickel, etwas blätteriges Wismut, Kobaltblüte, Eisenglanz, beide im Ausstrich, und Wismutglanz. Im Nebengestein findet sich u. a. etwas Arsenkies samt Kupferkies und Buntkupfererz. Die durch Handscheidung angereicherten Erze enthielten 7—8 % Co, 3—4 % Ni und 2—3 % Bi. Wegen anderer untergeordneter Vorkommnisse sei auf die Abhandlungen von Gerlach und Ossent verwiesen.

Der Bergdistrikt von **Dobschau**[1]) in Oberungarn liegt südlich des oberen Göllnitztales in der Zone kristalliner Schiefer und eruptiver Durchbrüche, welcher auch die oberungarischen Spateisensteingänge angehören, die bei Dobschau selbst noch vertreten sind und abgebaut werden. Sieht man von den jüngeren Sedimenten der weiteren Umgebung ab, so sind hauptsächlich gewisse sehr mannigfache, im ganzen ostwestlich streichende Schiefer, teilweise in quarzreicher Ausbildung, verbreitet, die von Voit als „chloritisch-talkige Tonschiefer“ bezeichnet werden.[2]) Dazu kommen einförmige, epidot- und kalkreiche Chloritschiefer (Grünschiefer), welche wohl aus einem Feldspathornblendegestein hervorgegangen sind. Diese Gesteine werden stellenweise bedeckt von karbonischen Kalken, Konglomeraten, Tonschiefern und Sandsteinen. Eingelagert zwischen die Grünschiefer, hauptsächlich aber zwischen den südlich gelegenen „Tonschiefern“ und den nördlichen Grünschiefern eine große Ellipse bildend, tritt ein in seiner Struktur und Zusammensetzung wechselndes und sekundär etwas verändertes, im ganzen als Diorit zu bezeichnendes Gestein auf; unter Zutritt von Quarz, Orthoklas und

[1]) v. Cotta, Über die Erzlagerstätten von Dobschau in Ungarn; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 124, 151. — Ders., Gangstudien, IV, 1862, 48—53. — v. Fellenberg, ebenda 122—125. — Faller, Kobaltbergbau zu Dobschau; Leob. Jahrb., XVII, 1868, 165—171. — Voit, Geognostische Schilderung der Lagerstätten-Verhältnisse von Dobschau in Ungarn; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., L, 1900, 695—727. — Gesell, Geologische und Gangverhältnisse des Dobsinaer Bergbaugebietes; Jahresb. k. ung. geol. Anst. f. 1902, 120—133.

[2]) Die Beschreibung dieser Schiefer erinnert an das Aussehen der Bindter Gesteine; da Voit in der kurzen mikroskopischen Schilderung keinen Talk erwähnt, auch keine Analyse mitteilt und v. Groddecks Untersuchungen ungenannt läßt, so bleibt die Möglichkeit bestehen, daß auch die Dobschauer „chloritisch-talkigen Tonschiefer“, wie die bunten Gesteine der Bindt, Sericitschiefer sind. — Schafarzik, Vorläufige Mitteilung über das Auftreten von Quarzporphyren und Porphyroiden in den Comitaten Gömör und Szepes (Zips) in Nordungarn; Földt. Közl., XXXII, 1902, 326—327.



Glimmer nimmt es teilweise den Charakter eines Granitits an, enthält auch aplitische Einlagerungen. Zu erwähnen ist endlich noch nahe der Stadt ein Durchbruch von granatführendem Serpentin.

Die Dobschauer Gänge sind in der Hauptsache Spateisensteingänge und an den Diorit oder dessen Nähe gebunden; Kupfererze, Nickel- und Kobalterze treten darin in zwar untergeordneter, doch in solcher Menge auf, daß der Bergbau außer dem Eisenerz auch ihnen gegolten hat. Es zeigte sich dabei, daß manche Gänge in den oberen Teufen aus fast reinem Spateisenstein bezw. Brauneisenerz bestanden, daß mit diesem in größerer Teufe Kupferkies und Fahlerz, noch tiefer Fahlerz und Nickel-Kobalterze und endlich letztere allein neben dem Eisenerze einbrachen. Andere Lagerstätten blieben auch in der Teufe fast reine Spateisensteingänge. Ein solcher der letzteren Art war u. a. in weiter Erstreckung längs der südlichen Grenze des Diorits gegen die Schiefer erschlossen worden; seine Füllung bestand außer aus grobblätterigem Spateisenstein auch aus untergeordnetem Quarz, Ankerit und Kalkspat, samt Einsprengungen von Sulfiden und viel Turmalin. Schwerspat scheint auf den Dobschauer Gängen selten zu sein. Das eigentümliche Vorkommen von Chromglimmer (Fuchsit) auf einem nördlich von Dobschau aufsetzenden Spateisensteingang hat v. Foullon[1]) beschrieben.

Die kupfer-, nickel- und kobalterzführenden, nach oben in fächerförmige Trümerzonen sich auflösenden Gänge setzen im Diorit auf, der am Zemberg den Tonschiefer überlagert, oder folgen dem Kontakt beider Gesteine; es sind zusammengesetzte Gänge mit recht ungleichmäßiger Mächtigkeit. Das Nickelkobalterz war hauptsächlich ein Gemisch von Speiskobalt und Weißnickelkies mit einem Durchschnittsgehalt von 17,45 % Ni und 6,47 % Co; die Menge des letzteren konnte aber auch bis zu 10 %, die des ersteren bis zu 22 % betragen. Der Spateisenstein bildet die Hauptmasse der Gangfüllung neben Kalkspat, Ankerit und Quarz; der schwarze Turmalin tritt, wie auf den benachbarten Spateisenstein-Kupferkiesgängen der Bindt, in inniger Durchwachsung mit Quarz und den Carbonspäten auf. Sulfidische Erze sind Schwefelkies, Kupferkies, Buntkupfererz, Arsenkies, Löllingit, Fahlerz (silber- und quecksilberhaltig),[2]) Speiskobalt, selten Kobaltglanz, Chloanthit, Gersdorffit (nach v. Fellenberg), Rotnickelkies, sowie Kupferlasur, Malachit, Ziegelerz, Kobalt- und Nickelblüte, Vivianit, gediegen Kupfer usw. Im engen Zusammenhang mit der Bildung der Erzgänge steht die eines bis zu 35 m mächtigen, auf dem Diorit liegenden und von Carbonkalken bedeckten metasomatischen Spateisenstein-Ankeritlagers, welches an seiner Basis gleichfalls Butzen und Nester von Nickel-, Kobalt- und Kupfererzen samt Arsenkies führt; es wird seit langer Zeit abgebaut. Zu Dobschau wurde schon in sehr frühen Zeiten ein Eisen- und Kupferbergbau betrieben; erst seit 1780 hat man sich auch der Gewinnung der Kobalt-Nickelerze zugewandt, die aber seit mehreren Jahren wieder eingestellt ist.

Zweifellos besteht eine sehr nahe Verwandtschaft zwischen den früher beschriebenen Spateisensteinkupferkies- und den Kobaltnickelerzgängen Oberungarns, beides sind nur etwas verschiedene Ausbildungen desselben Gangtypus. Das merkwürdige, mehr oder weniger reichliche Vorkommen von Turmalin bedarf hier wie dort noch der Erklärung.

Nicht unerwähnt sollen einige **piemontesische** Kobalt-Nickellagerstätten bleiben, wenn sie auch gegenwärtig bedeutungslos sind, so am Monte Cruvin in der Gemeinde Bruzolo, am Besighetto bei Balme und zu Usseglio.[3]) Sie

[1]) Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1892, 173—174.

[2]) Hintze, Handbuch der Mineralogie, I, 1095.

[3]) d'Achiardi, I metalli, II, 22, 52. — Strüver, Die Minerallagerstätten des Alathales in Piemont; N. Jahrb., 1871, bes. 345—346.



setzen in Grünsteinen auf und führen Quarz und Karbonspäte als Gangarten und untergeordnete Kupfererze. Auch in Spanien[1]) sind an vielen Stellen, besonders in Leon und in der Provinz Huesca in den Ostpyrenäen Kobaltlagerstätten abgebaut worden. Sie sind wohl teilweise metasomatisch in Kohlenkalk.

Im Anschlusse daran sollen endlich noch einige weitere, wahrscheinlich nicht gangförmige Kobaltlagerstätten erwähnt werden. In Amerika kommen Kobalterze zusammen mit Bleierzen auf der Grube La Motte in Missouri vor, von der unter den metasomatischen Lagerstätten noch zu sprechen sein wird. Das Auftreten von Asbolan im Kohlenkalkstein von Flintshire[2]) in England, der bis zu 10,35% Ni_2O_3 und bis 37,40% Co_2O_3 enthält und in einem Eisenerznester begleitenden roten Ton vorkommt, wäre nach Le Neve Foster auf die Verwitterung von kobalthaltigem Schwefelkies zurückzuführen, der in diesen Höhlenfüllungen einbricht. Im Jahre 1879 hat man auf der Grube Foel-Hiraddug 118 t Kobalterz gewonnen. Über das Vorkommen bei **Port Macquarie** in Neusüdwales, wo im Jahre 1903 gegen 160 t Kobalterz exportiert wurden, sind keine Einzelheiten bekannt.

8. Die Wismuterzgänge.

Das verbreitetste Wismuterz ist gediegen Wismut. Ein weiteres, stellenweise massenhaft auftretendes Erz ist Wismutglanz (Bismutit z. T. oder Bismutin), Bi_2S_3 mit 81,22 Wismut und 28,78 Schwefel. Ganz untergeordnet sind: Selenwismutglanz (Frenzelit, Guanajuatit), Bi_2Se_3, verunreinigt durch Wismutglanz; Tellurwismut, Bi_2Te_3; Schwefeltellurwismut (Tetradymit), Bi_2Te_2S. Ähnlich sind der Joseit, Grünlingit und Wehrlit. Wismutsilber (Chilenit), etwa $Ag_{10}Bi$, entsprechend 84 Ag, 16 Bi; Wismutgold (Maldonit), Au_2Bi, 64,5 Au, 35,5 Bi; Klaprothit, $Cu_6Bi_4S_9$ und eine Reihe anderer unwichtiger Sulfobismutide, wie Nadelerz, $PbCuBiS_3$, als Begleiter von Golderzen; Wittichenit, Cu_3BiS_3; Fahlerz hat mitunter einen geringen Wismutgehalt, der sogen. Rionit aus dem Einfischtal (Schweiz) soll sogar 13,7% Bi enthalten. Silberwismutglanz, $AgBiS_2$; Kupferwismutglanz (Emplektit), $CuBiS_2$ mit 18,88 Cu, 62,01 Bi und 19,11 S, manchmal Blei und Silber enthaltend.

Sekundäre Wismuterze sind Wismutocker (Bismit), Bi_2O_3 mit 89,66 Bi; Daubreït ist Wismutoxychlorid; Rhagit, vermutlich $2BiAsO_4 . 3Bi[OH]_3$; Bismutosphärit, $[BiO]_2CO_3$; Bismutit (z. T.), $Bi_2CO_5 + H_2O$(?); Pucherit, $BiVO_4$; Eulytin (Kieselwismut), $Bi_4(SiO_4)_3$, dimorph mit Agricolit; Hypochlorit (Bismutoferrit, Grün-Eisenerde), ist ein Gemenge.

Das Wismut findet eine beschränkte Verwendung zur Herstellung von Legierungen, von Letternmetall, medizinischen und kosmetischen Präparaten. Wahrscheinlich ist es schon seit Ende des XV. Jahrhunderts bekannt und wurde zuerst durch Agricola als plumbum cinereum beschrieben.

---

[1]) Ferber, Beschreibung einer wasserhaltigen Nickeloxyd-Magnesia; Berg- u. Hüttenm. Ztg.; XXII, 1863, 306—307. — Köhler, Die Steinkohlenformation in Nordspanien; ebenda XXXVI, 1877, bes. 246—247.

[2]) Le Neve Foster, On the occurrence of cobalt ore in Flintshire; Transact. Roy. Geol. Soc. Cornw., 1881. — Ders., Über das Vorkommen von Kobalterzen in Flintshire; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLI, 1882, 199.



Wismuterzgänge, welche zu allen Zeiten nur wegen des Wismuts abgebaut wurden, sind selten. Hingegen mußte das Vorkommen solcher Erze bereits im obigen an den verschiedensten Stellen erwähnt werden, denn das Miteinbrechen von Wismut ist für manche Erzformationen geradezu charakteristisch. Die folgende Gruppierung einiger bemerkenswerter Vorkommnisse bringt demnach z. T. nur eine knappe Übersicht über früher Gesagtes oder später zu Erwähnendes.

a) Auf den Goldquarzgängen sind geringe Mengen von Wismut ziemlich verbreitet; für eine gewisse Gruppe (S. 630—632) und für manche durch hohen Kupfergehalt ausgezeichnete, wie Beresowsk, Gilpin County und Lydenburg (S. 618—623), ist ein Wismutgehalt sogar charakteristisch. Es zeigt sich darin vielleicht eine Verwandtschaft mit den turmalinführenden Kupfer-Golderzgängen und den gemeinen Zinnerzgängen.

Als ein massenhaftes Vorkommen hat Roberts dasjenige am Mount Shamrock im Degilbo-Distrikt in **Queensland**[1]) beschrieben. Es sind goldhaltige Wismuterze (angeblich Tellurwismut, Wismutglanz, Bismutit und spärliches gediegen Wismut) zusammen mit Pyrit und Arsenkies. Etwa 7 km davon entfernt baute man Quarzgänge in Granit ab, welche Molybdänglanz mit Gold enthielten. Auch sonst sind in Queensland Wismut-Goldvorkommnisse scheinbar recht verbreitet, wenn sich auch über die Sonderheiten ihres Auftretens noch nicht viel sagen läßt. Der Wismutreichtum Queenslands soll ein bedeutender sein.

Im Distrikt New England[2]) in **Neu-Südwales** gibt es in der Kontaktzone zwischen Graniten und metamorphen Schiefern Quarzgänge mit Gold und gediegen Wismut. Im Quarz sollen Nester von Wismut auftreten, welche Quarzkristalle umhüllen, ferner Wismutocker den in der Nähe der Gänge zersetzten Granit bis auf 2 Fuß Entfernung hin imprägnieren. Untergeordnet tritt Wismutglanz in Nadeln auf. Im Quarz eingewachsen findet sich Molybdänglanz sowie Molybdänocker.

b) Die Turmalinkupfererzgänge, denen nicht selten ein ansehnlicher Goldgehalt eigen ist, führen als charakteristisches Element auch Wismut; so z. B. enthalten die Kupfererzgänge von Svartdal in Thelemarken Kupferkies, Eisenkies, wenig Bleiglanz, Wismutglanz, Gold, Quarz, Turmalin und Karbonspäte. In Bolivien sind die im Gefolge der Illampu-Illimani-Granite zur Entwickelung gelangten Golderzgänge wismutführend. So zeigte u. a. ein von Forbes[3]) erwähnter, in devonischem Tonschiefer aufsetzender Erzgang neben Turmalin, Epidot, Apatit, Kalkspat und Quarz eine aus vorwaltendem Danait, aus Arsenkies, gediegen Wismut, Wismutocker, Wismutglanz, Tellurwismut, Gold, Schwefelkies und Zinkblende bestehende Füllung. Ähnlich scheinen die Gänge von Inquisivi zu sein.

c) Auf den gemeinen Zinnerzgängen ist das Wismut so verbreitet und so charakteristisch, daß hier nur einige Vorkommnisse genannt zu werden brauchen. Zu **Altenberg** in Sachsen bildet das Metall gegenwärtig einen Hauptgegenstand des Bergbaues, im Jahre 1903 produzierte man dort 0,5 t Wismutmetall und 0,8 t Chlorwismut. Zu **Meymac**[4]) im Dep. Corrèze in Frankreich, wo Gänge

[1]) Roberts, Bismuth Mining in Australia; Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 668. — Ders., Austr. Min. Stand., 1892, 368. — Danach Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 240—241, und Berg- u. Hüttenm. Ztg., LII, 1893, 265.

[2]) Notiz Stelzners nach einem Aufsatz Robertsons.

[3]) Researches on the mineralogy of Southern America; Phil. Mag. XXIX, 1865, 2. — Stelzner, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLIX, 1897, 71—72.

[4]) Carnot, Über die Entdeckung eines Wismutlagers in Frankreich; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXII, 1874, 205—206, nach Compt. rend., LXXVIII, 1874, 171; LXXIX, 478. — Ders., (Wismut von Meymac) Auszug aus Revue de géologie,



der Zinnerzformation vorkommen, versuchte man das in einem an Granit gebundenen Quarzgang neben sekundären Bleisalzen, Scheelit, Arsenkies, Wolframit und Pyrit besonders in etwas größerer Tiefe einbrechende Wismut (samt Wismutocker, Wismuthydrokarbonat und Wismutglanz) von 1867—74 ohne dauernden Erfolg abzubauen. In Cornwall liefert der Zinnbergbau stellenweise zugleich Wismut. Auf Zinnerzgängen von **Queensland** (z. B. Lancelot) bricht Wismut ein.

d) Eine nur sehr untergeordnete Bedeutung hat das Wismut auf Kupferkies-Spateisensteinlagerstätten, wie im Siegerland. Bemerkenswert ist das Vorkommen von Wismutglanz neben einem geringen Zinngehalt in dem quarzigen Kupferkiesgang von Boccheggiano, der überdies das Nebengestein nach Art der Kontaktmetamorphose verändert hat. Auch der Kupferkies von Alin Dol in Serbien umschließt Wismutglanz, und Wismut begleitet die Kupfererze der Cobar Mine in Neusüdwales.

e) Wismut bildet einen sehr gewöhnlichen Begleiter der Kobalt- und Nickelarsenide, so zu Wittichen, im Erzgebirge und auf manchen Kobalt-Nickelrücken des Kupferschiefergebirges. Es ist das Hauptprodukt des jetzigen Bergbaues zu **Johanngeorgenstadt** und kommt in einiger Menge besonders auch zu **Schneeberg** vor. Verwandt mit dem Auftreten auf den erzgebirgischen Kobaltsilbererzgängen ist das Vorkommen des Metalles, sowie von Wismutocker, Eulytin und Agricolit auf den Quarzbrockenfelsen und den sie begleitenden Manganmulmlagern in der Schwarzenberger Gegend (s. S. 574).

f) Gewisse Vorkommnisse von Wismuterzen, die übrigens kaum ein anderes als wissenschaftliches Interesse besitzen, mögen als Kontaktlagerstätten zu betrachten sein. Zweifellos solcher Art sind die Wismuterze von **Rézbánya** in Siebenbürgen; auch die Kontaktlagerstätten von Csiklova im Banat u. a. enthalten etwas Wismut.

g) Sicherlich das massenhafteste bisher bekannte Wismutvorkommen der Erde ist dasjenige von **Tasna** und **Chorolque**[1]) im südlichen Bolivien. Die Wismuterzgänge scheinen dort eine besondere Ausbildung der Silberzinnerzgänge zu sein (S. 747). Der Tasnaberg (4760 m hoch) besteht aus Tonschiefer und ist durchsetzt von mehreren Dacitgängen, auf deren Auftreten vielleicht eine teilweise Verkieselung der Schiefer zu stahlharten Massen („quijo" = Muttergestein) zurückzuführen ist. Die Zahl der Gänge ist eine sehr beträchtliche, ihre Füllung in den verschiedenen Zonen des Berges eine mehr oder weniger wechselnde. An der breiten östlichen Seite liegen die Wismutgruben, der südöstliche Rand des Berges dagegen weist zahlreiche Arsenkiesgänge, stellenweise mit Zinnerz, auf, während die südliche Flanke durch das Vorkommen von Zinnerz ausgezeichnet ist. Ihr vorgelagert sind zwei Bergkuppen, auf deren östlicher weitere Gruben mit Zinn- und Wismuterz liegen. Zinn- und Wismuterze sind sehr häufig so eng verwachsen, daß an einer gleichzeitigen Entstehung der beiden nicht zu zweifeln ist. Im östlichen Teile des Berges setzt ein 6—8 m mächtiger Dacitgang auf; die Wismutgänge liegen zu beiden Seiten desselben, streichen annähernd ihm parallel und sind durchschnittlich 20 m voneinander entfernt. Die Wismuterze erreichen eine Mächtigkeit bis zu 1 m. Die reicheren Erzgänge sind hauptsächlich

XII, 89, in Ann. d. Min. (7), XIII, 1878, 393—394. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 161—162.

[1]) Stelzner, Die Silber-Zinnerzlagerstätten Bolivias; Ztschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., XLIX, 1897, 103—106 und die Auszüge aus Briefen von J. Jackowsky, ebenda 132—139.



an die festen quijos gebunden. In den obersten, stark verkieselten Teilen des Berges finden sich Gänge von Wolframit,[1]) häufig zusammen mit Wismuterzen, Zinnerz und Arsenkies. Apatit scheint auf den Gängen der Hoyada spärlich vorzukommen. — Die Wismuterze des Tasna sind vorzugsweise Wismutglanz, der in den pacos in Wismutocker, auch wohl in Daubreït und Rhagit umgewandelt ist; daneben treten außer den früher genannten Erzen Pyrit, Eisenglanz, Kupferkies, Kupferglanz und Magnetkies auf. Quarz und Siderit sind die Gangarten. Auch Gold kommt stellenweise in Begleitung des Wismutockers vor.

Der 5630 m hohe, etwa 40 km vom Tasna entfernte Cerro de Chorolque besteht im Westen aus „Quarztrachyt", im Osten aus „metamorphischen Schiefern"; am Kontakt der beiden Gesteine beobachtet man eine Art Hornfelsbreccie, die besonders reich sein soll an Zinnerz. Die Erzgänge streichen in einer gegenseitigen Entfernung von etwa 125 m. Das stark verkieselte Nebengestein widersteht der Verwitterung und bildet am Bergabhange Klippen und Wälle („Farillones"). Arsenkies, Zinnerz, Wismut- und Silbererze bilden hauptsächlich die wechselnde Füllung der Gänge. Wismuterze und Zinnerz brechen, wenn auch nicht häufig, so doch zuweilen gemeinschaftlich auf dem gleichen Gange ein. Wolframit ist bisher nicht erkannt worden, Wolfram ließ sich indessen in den Schlacken nachweisen. Auch auf einem Gange zu Chorolque wurde Gold mit Quarz und Zinnstein angetroffen. Als sulfidische Begleiter des Wismuterzes (vorwaltend Wismutglanz neben etwas gediegen Wismut) sind zu erwähnen Zinkblende, Pyrit, Kupferkies, silberarmer Bleiglanz und Fahlerz; als Gangarten werden genannt: Quarz, Schwerspat und Siderit. Auf zinnerzführenden Gängen von Chorolque ist übrigens Turmalin, scheinbar allerdings als Seltenheit, gefunden worden.

9. Die Antimonerzgänge.

Als Antimonerzgänge sollen diejenigen beschrieben werden, welche als vorwaltendes Erz den Antimonglanz, Sb_2S_3 (71,4 Sb, 18,6 S), sehr selten auch in größeren oder geringeren Mengen gediegenes Antimon enthalten. Antimonocker (Stiblith oder Stibiconit), $2\,SbO_2 . H_2O$ mit 74,52 Sb, Rotspießglanzerz (Antimonblende, Pyrostibit, Kermesit), $2\,Sb_2S_3 . Sb_2O_3$ (74,96 Sb), Valentinit und Senarmontit, Sb_2O_3 (83,32 Sb), Cervantit, SbO_2 (78,93 Sb), sind mehr oder weniger häufige Verwitterungsprodukte. Im übrigen enthalten z. T. nicht unwesentliche Antimonmengen: der Bournonit gegen 25 %, der Jamesonit fast 30 %, der Boulangerit gegen 26 %, Zinckenit fast 42 %, Plagionit fast 40 %, Wolfsbergit 48,5 %, Berthierit 56,5 %; dazu kommen die Antimonfahlerze. Doch sind gerade die Sulfantimonide auf den echten Antimonitgängen meistens seltene Erscheinungen.

Quarz bildet stets die hauptsächlichste Gangart der Antimonitgänge, die mineralogisch gewöhnlich sehr einförmig zusammengesetzt sind. Nebensächliche Gangarten sind Braunspat, Kalkspat oder Schwerspat; von anderen Erzen können

[1]) Die Clausthaler Sammlung verdankt Herrn C. Francke ein 1150 g schweres Bruchstück eines großen Wolframitkristalles von Tasna.

sich, meist untergeordnet, besonders Bleiglanz, Zinkblende, Pyrit und Kupferkies oder gewisse Sulfantimonide vorfinden. In zahlreichen Antimonitgängen ist Gold nachweisbar. Soweit dieser Goldgehalt eine technische Bedeutung erlangt hat, sind gewisse, z. T. auch wegen ihres Antimongehaltes wichtige Gänge schon unter den Golderzgängen beschrieben worden: so die von Schleiz, Goldkronach, Mileschau, Magurka, Portugal, Australien und der Murchison-Range.[1]) Einen erheblichen Silbergehalt zeigten die Gänge von Aranyidka in Ungarn (s. S. 699—700).[2])

Auf vielen Antimonerzgängen bildet der Antimonit in blätterig-kristallinen oder in feinkörnigen, manchmal fast dichten, wohl auch mit Quarz innig verwachsenen derben Massen neben letzterem fast die einzige Gangfüllung. Drusen führen mehr oder weniger schöne Kristallisationen; derbe Massen, die man vom technischen Standpunkte aus als ganz rein bezeichnen kann, nehmen in mitunter ausgedehnten Mitteln manchmal die ganze Gangbreite ein. Die Antimonitquarzgänge treten stellenweise für sich auf, wie in Böhmen; an anderen Orten sind sie scheinbar nur die extreme Ausbildungsweise von Silber- oder Bleierzgängen. So bilden in der Freiberger Gegend Quarz-Antimonitgänge bei Mobendorf, Hainichen und Kunnersdorf eine besondere Ausbildung der Gänge der edlen Quarzformation. Freiesleben hat sie deshalb als „Mobendorfer Formation“ bezeichnet. Diese ist gekennzeichnet durch das Zusammenvorkommen von Antimonit, Quarz, Berthierit, Bournonit, Zinckenit, Valentinit, Rotspießglanzerz und Antimonocker und bildet Übergänge in die „Bräunsdorfer Formation“ (s. S. 698). Antimonit bricht mitunter in größeren Mengen auf den Goldsilbererzgängen ein; die nächstliegenden Beispiele dieser Art sind die Gänge von Kremnitz (Georg-Sigmundgang), Felsöbánya und Kapnik. Auf der anderen Seite besteht eine deutliche Verwandtschaft zwischen manchen Antimonlagerstätten und denjenigen des Zinnobers und des Realgars.

Wie sich zeigen wird, führen manche Quecksilberlagerstätten Antimonit und z. B. diejenige von Huancavelica große Massen von Realgar. Diese eigenartige Paragenesis tritt auch auf einer Anzahl von Antimonerzlagerstätten in Erscheinung. Etwas Zinnober und Realgar ist auf solchen nicht selten beobachtet worden; große Massen von letzterem samt viel Auripigment bilden einen sehr wichtigen Bestandteil der Antimonitlagerstätte von Allchar in Makedonien. Seit längerer Zeit sind weiterhin die innigen räumlichen und mineralogischen Beziehungen zwischen den jugendlichen Zinnoberlagerstätten Toskanas und den teilweise realgar- und zinnoberführenden dortigen Antimonitvorkommnissen bekannt und von verschiedenen Seiten betont worden. Der Schwefel kommt als zweifelloses Umwandlungsprodukt des Antimonits manchmal in größerer Menge vor; er bildet sich bei der Überführung des Sulfides in das Oxyd, und seine Oxydation kann in kalkigem Nebengestein zur Entstehung von Gips führen.

[1]) Siehe darüber auch: Merensky, Die goldführenden Erzvorkommen der Murchison-Range im nordöstlichen Transvaal; Ztschr. f. prakt. Geol., 1905, 258—261.

[2]) Siehe außer der zitierten Literatur auch: Faller, Reisenotizen über einige wichtigere Metallbergbaue Oberungarns; Jahrb. k. k. Bergak., XVII, 1868, bes. 171—193.



In Toskana tritt er stellenweise in solchen Massen auf, daß man ihn für einen selbständigen Begleiter des Erzes wird halten müssen.

Die Antimonerzgänge sind als eine selbständige Gangformation mit ziemlich gleichbleibendem Charakter an vielen Orten verbreitet; nur verhältnismäßig wenige haben eine wissenschaftliche oder technische Bedeutung erlangt. Die Antimonproduktion hat in den letzten Jahren allgemein abgenommen, nachdem das Metall zeitweise besonders für artilleristische Zwecke sehr gesucht war.

Zu **Wolfsberg**,[1]) östlich von Stolberg im Unterharz, setzt ein 1—4 m mächtiger Antimonerzgang in den sogen. unteren Wiederschiefern auf. Strahligblätteriger, z. T. in dünnen Nadeln kristallisierender, z. T. dichter Antimonglanz ist das Haupterz. Bruchstücke des Nebengesteins sind durch Quarz verkittet, auf welchem sich Antimonit, Bournonit, Federerz, Zundererz, Boulangerit, Plagionit, Wolfsbergit, Zinckenit, Kupferkies, Zinkblende, Pyrit, Auripigment, Realgar, Strontianit, Kalkspat, Schwerspat, Braunspat, Siderit, Gips und Flußspat angesiedelt haben.

Das Antimonitvorkommen der Caspari-Zeche bei **Arnsberg**[2]) in Westfalen ist an die Zone der „Plattenkalke", die hangendsten Schichten des Culm, gebunden, der bei Arnsberg in einem Luftsattel unter dem ihn bedeckenden flözleeren Sandstein hervortritt. Der Sattel enthält viele seiner Achse parallele, gebogene und geknickte Sekundärfalten und ist von zahlreichen Verwerfungsklüften durchzogen. Im Südostflügel desselben treten fünf, 30° gegen Südosten einfallende, bankförmige Lagerstätten auf, welche offenbar Ansiedelungen zwischen den Schichtflächen darstellen und zu den Gängen zu rechnen sind, wenn ihr Auftreten auch ein lagerförmiges ist. Das unmittelbare Nebengestein wird als Kieselschiefer bezeichnet. Dieser ist in der Nachbarschaft der Lagerstätten reicher an kohligen Bestandteilen, zermürbt und zerstückelt und so mit Pyrit imprägniert, daß alaunschieferartige Massen daraus werden. Die Antimonitlagen werden durch 7—20 cm dicke Gesteinsbänke getrennt und bestehen aus blätterigen oder konzentrischstrahligen, blumigen Aggregaten, aus haarförmigen Kristallnadeln oder aus derben, dichten, 5—15 cm mächtigen, nesterförmigen Anhäufungen. Im Hangenden sind die Lagerstätten meistens scharf begrenzt, gegen das Liegende dringt das Erz auf Klüften in das Nebengestein, und manchmal bildete es auch in sackförmigen Erweiterungen blockförmige, bis zu zentnerschwere Massen. „Kohlig mürbe" Brocken des Nebengesteins finden sich nach Simmersbach in dem Erze eingeschlossen, das dieser gleichwohl für eine sedimentäre, dem Kieselschiefer gleichalterige Bildung gehalten hat. Im Ausgehenden kommt viel Antimonocker vor, der besonders auch die weniger reinen Lagerstätten des nordwestlichen Sattelflügels bildet. Mit Nebengesteinsbruchstücken teilweise erfüllte Klüfte zeigen außer Antimonit auch dünntafelige Kristallisationen von Schwerspat; Zinkblende begleitete den Antimonit in geringer

---

[1]) Lüdecke, Minerale des Harzes, 92.

[2]) Arndts, Über den Bergbau auf Spießglanz am Silberberge unweit Arnsberg im Herzogtum Westfalen und über die Bereitung des Spießglanzkönigs im Großen; Karst. Arch. f. Bergbau u. Hüttenw., VIII, 1824, 272—302. — Buff, Geognostische Bemerkungen über das Vorkommen der Spiesglanzerze auf der Grube Caspari bei Wintrop und auf der Grube Unverhofft Glück bei Nuttlar im ehemaligen Herzogtum Westfalen; Karst. Arch. f. Bergb. u. Hüttenw., XVI, 1827, 54—60. — Simmersbach, Das Antimonerzvorkommen auf Caspari-Zeche bei Arnsberg in Westphalen; Leob. Jahrb., XIX, 1870, 344—363. — Beschreibung der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe, sowie der Fürstentümer Waldeck und Pyrmont, 1890, 158—159. — Briefliche Mitteilung von Emmrich an v. Groddeck, Clausthaler Sammlung.

Menge, das Auftreten von Flußspat scheint unverbürgt zu sein. Der Auffassung der Lagerstätten als Lager oder dem Vergleich mit einem solchen widerspricht schon der drusige Charakter des Vorkommens. Das größte der drei abgebauten Erzmittel war 300 m lang. Ein anderes ähnliches Vorkommen ist das der Grube Passauf bei Nuttlar; die drei „Lager" fallen hier 60—80° SW. und enthalten außer Kieselschiefer und Letten bis 20 cm mächtige Nester von Antimonit. Der neuere Bergbau zu Arnsberg datierte seit 1824 und dauerte bis 1885; im Jahre 1895 versuchte man vorübergehend noch einmal die Halden nutzbar zu machen.

Das Vorkommen von Antimonglanz, Antimonocker, Rotspießglanzerz (?), Pyrit, Quarz und wenig Braunspat in den zerrütteten devonischen Grauwacken von **Brück a. d. Ahr** ist von Erbreich[1]) beschrieben worden. Aus seiner ausführlichen Schilderung und der Abbildung geht deutlich hervor, daß es sich um Spaltenfüllungen, zumeist auf Quergängen, z. T. auch längs der Schichtflächen und auf Schieferungs- und anderen Klüften, handelt und daß diese Lagerstätten auch äußerlich mit Erzlagern nichts gemeinsam haben.[2]) Eine größere Wichtigkeit scheinen diese Gänge nie besessen zu haben.

In Österreich sind die wichtigsten Antimonitlagerstätten, nämlich diejenigen von **Mileschau**-Proutkowitz in Böhmen, zugleich Golderzlagerstätten (s. S. 628). Die fast goldfreien Gänge von Přičov, etwa 4 km NW. Seltschan, hat A. Hofmann[3]) beschrieben. Sie sind an Kersantitgänge gebunden, die in Amphibolbiotitgranit aufsetzen, und führen strahligen Antimonit in milchweißem oder bläulichem Hornstein oder in derben, den ganzen Gang erfüllenden Massen. Über den früheren Antimonitbergbau von Michaelsberg, 12 km SSO. von Marienbad, hat Schwarz[4]) berichtet.

Außer den recht zahlreichen, schon S. 629 genannten Antimonitgängen Oberungarns ist an ungarischen Vorkommnissen noch zu erwähnen dasjenige im

---

[1]) Geognostische Beschreibung der Spießglanzlagerstätte in dem Concessions-Felde Hoffnung bei dem Dorfe Brück, in der Bürgermeisterei und im Kreise Adenau, Regierungsbezirk Koblenz; Karst. Arch. f. Bergb. u. Hüttenw., XVI, 1827, 44—53.

[2]) Beck hat (Lehre von den Erzlagerstätten) die Antimonitlagerstätten von Arnsberg und Brück, die zweifellose Spaltenfüllungen sind, samt den ganz anders beschaffenen von Sidi Rgheiss in die Gruppe der „epigenetischen Erzlager" untergebracht. Diese sehr seltsam zusammengesetzte Gruppe, welche Beck dem von ihm übernommenen Stelznerschen System einfügen zu müssen glaubte, enthält neben Kontaktlagerstätten, neben Imprägnationslagerstätten, neben solchen Vorkommnissen, die Beck selbst für metasomatische halten möchte, u. a. auch eine ganze Anzahl von echten Gangbildungen (Spaltenfüllungen) oder von Lagerstätten, welche nach seiner Ansicht am ehesten solche sein sollen (z. B. die norwegischen Kieslager). So folgen dort die „Antimonerzlager" von Arnsberg usw. unmittelbar auf die goldhaltigen Konglomerate Afrikas! Eine auf die Entstehung gegründete Systematik der protogenen Lagerstätten kennt nur epigenetische Hohlraumsfüllungen, metasomatische Bildungen oder syngenetische Lagerstätten. Eine Gruppe der „epigenetischen Lager" ist überflüssig und bei Beck offenbar das Ergebnis klassifikatorischer Verlegenheiten.

[3]) Antimonitgänge von Přičov in Böhmen; Ztschr. f. pr. Geol., 1901, 94—97.

[4]) Das Punnauer Antimonbergwerk bei Michaelsberg in Böhmen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXIX, 1881, 595—598, 608—610. — Über die Wiederaufnahme des böhmischen Antimonerzbergbaues siehe auch Grimm, Die Antimonlagerstätten bei Mileschau und Schönberg (Krásna hora) in Böhmen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., VIII, 1860, 3—6. — Katzer, Zur geologischen Kenntnis des Antimonitvorkommens von Křitz bei Rakonitz; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1904, 263—268.



Rechnitzer Schiefergebirge bei **Schlaining**[1]) (Szalónak) im Eisenburger Komitat, nahe der Landesgrenze, nordöstlich von Graz. Die Erzlagerstätten treten in unregelmäßig auskeilenden Lagern und Nestern stets im Hangenden eines glimmerreichen Kalksteines und im Liegenden von Chloritschiefer auf, der samt dem ersteren eine 20—60 m mächtige Einlagerung in Tonglimmerschiefer bildet. Die Erze sind an eine unregelmäßig an- und abschwellende, zersetzte, weiche Tonschieferzone gebunden, die an der Grenze mit dem Kalk eine auffallende, graphitische Färbung zeigt, im Hangenden der Erze lichter und den Chloritschiefern ähnlicher wird. „Diese zersetzten Massen, in denen die Erze lagerartig oder linsen- und putzenförmig eingeschaltet erscheinen, füllen in der Regel flache Mulden auf, welche in das Liegendkalklager eingetieft sind, und finden sich nachweisbar immer an solchen Stellen, wo die hangenden Chloritschiefer von Klüften durchsetzt sind, welche Klüfte selbst z. T. mit derben Antimonerzen ausgefüllt erscheinen. Mitunter reichen die Sprünge auch noch bis in das Liegendkalklager und führen auch hier derbe Antimonerze.“ (Vacek.) Ein im hangenden Tonschiefer, im Chlorit- und Kalkglimmerschiefer aufsetzender, im Chloritschiefer erzführender Gang ist auf 3 km hin erschlossen worden. Er gabelt sich mitunter, wird stellenweise von 2—3 Seitentrümern begleitet und führt 2—50 cm mächtiges Derberz; dieses wird von Quarz, Kalkspat, seltenerem Schwerspat und Pyrit begleitet und ist stellenweise ganz in Stiblith umgewandelt, wobei sich auch Gips und etwas Schwefel bildeten. Die hauptsächlichsten Erzvorräte treten aber als strahlig-stengeliger Antimonglanz lagerähnlich auf eine Entfernung von 3—20 m zu beiden Seiten des Ganges in dem graphitischen Schiefer auf. Neben den genannten Mineralien findet sich dann untergeordnet auch etwas Zinnober, und der Pyrit enthält einen geringen Gold- und Silbergehalt. Das Antimonhüttenwerk Schlaining stellt jährlich ungefähr 450 t Antimonmetall her. Der Bergbau besteht seit 1859.

Über Antimonitgänge bei Čemernica und Srebrenica in Bosnien haben Walter[2]) und Rücker berichtet. Nach Bordeaux wird der Antimonit von Čemernica von Zinnober und Metacinnabarit begleitet.

Auf dem **französischen Zentralplateau**[3]) setzen zahlreiche Antimonerzgänge in Granit und in den ihn umgebenden Gneisen und Glimmerschiefern,

[1]) Vacek, Über die krystallinischen Inseln am Ostende der alpinen Centralzone; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1892, 367—377. — v. Foullon, Antimonit, Zinnober etc. aus dem Antimonwerk „Bergwerk“ (Bánya) bei Schlaining (Szálonak); ebenda 174—175. — Schmidt, Über einige Minerale der Umgegend von Schlaining; Ztschr. f. Krist., XXIX, 1898, 193—212. — Schnabelegger, Die Antimonerzlagerstätte zu Bergwerk in Ungarn; Ztschr. d. Berg- u. Hüttenm. Ver. in Kärnten, III, 1871, 155—159. — Remenyik, Les mines de métaux de Hongrie, 1900, 78—79.

[2]) Beitrag zur Kenntniß der Erzlagerstätten Bosniens, 1887, 162—182. — Rücker, Blei- und Silberbergbau bei Srebrenica in Bosnien, Wien 1901, 50—52. — Bordeaux, Les venues trachytiques et les gîtes métallifères de la Bosnie; Rev. génér. d. mines, XXX, 1895, 254—279.

[3]) Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 193—199, Lit. — Jabin, L'exploitation et le traitement de l'antimoine sulfuré de Malbosc (Ardèche); Ann. d. Min.



stellenweise auch in der Culmgrauwacke auf. Antimonit ist das Erz, Quarz stets Gangart. Von Norden nach Süden schreitend sind nach Fuchs und de Launay folgende, teilweise unwichtige Vorkommnisse zu nennen: Nades (Bourbonnais), zwei bis zu 1,20 m mächtige Gänge im Glimmerschiefer; Bresnay, zwei Gänge in Muskovitgranit; Montignat, ein Gang nahe dem Kontakt zwischen Granit und Gneis; Villerange (Dep. Creuse), Gänge in der Culmgrauwacke; Chanac (Dep. Corrèze), 0,4—0,7 m mächtige Gänge in Tonschiefer; Valfleury (Loire), Gänge in Gneis. Die wichtigsten französischen Antimonitgänge gehören den drei Departements Puy-de-Dôme, Cantal und Haute-Loire an und setzen in Granit, Gneis und Glimmerschiefer auf. Ein ausgedehntes Ganggebiet ist dasjenige in der Licoulne (Haute-Loire); einer der bedeutendsten Gänge läßt sich oberflächlich über 2500 m weit verfolgen, die Mächtigkeiten erreichen selten 0,6, meistens nur 0,3 m. Zu Freycenet (Dep. Haute-Loire) gibt es neben silberhaltigen und teilweise antimonerzführenden Bleierzgängen mehrere echte Antimonitgänge mit quarziger Gangart und wenig Pyrit und Zinkblende; sie setzen in Glimmerschiefer auf und sind gold- und silberfrei. Ihre Mächtigkeit erreicht einschließlich der umschlossenen Nebengesteinsbruchstücke nur 0,60 m, auch ihre reicheren Erzmittel ergaben nie mehr als einige Kubikmeter Erz.

Von einiger Wichtigkeit sind die im nördlichsten Teile von **Korsika,**[1]) dem Cap Corse bei Bastia, in archäischen Sericitschiefern oder Cipollinen aufsetzenden Antimonitgänge; die meisten und bedeutendsten streichen mehr oder weniger OW., besitzen gewöhnlich nur im Liegenden, wo sich auch die eigentliche Erzführung hauptsächlich konzentriert hat, deutliche Salbänder und enthalten außer derbem oder in Drusen gut kristallisiertem Antimonit Quarz, der ganz zurücktreten kann, mitunter Schwefelkies, Blende, Bournonit, Kalkspat, etwas Schwefel und Zinnober, letzteren als Überkrustung auf den Antimonitkristallen. Nentien bezeichnet als charakteristischen Begleiter dieser Gänge außerdem ein grünes, nicht näher untersuchtes Mineral. Die säulenförmigen Reicherzmittel fallen annähernd mit den Gängen ein, und in ihnen erreicht der reine Antimonit Mächtigkeiten von 0,50—0,80 m, gegenüber einer gewöhnlichen Erzmächtigkeit von 0,08—0,12 m. Die im Hangenden der Gänge auf den Schieferklüften auftretenden, nicht gewinnungswürdigen Antimonitrosetten werden von den Bergleuten in bezeichnender Weise fioracci oder fiori benannt. Die drei wichtigsten korsischen Antimonerzgruben und zugleich die einzigen nennenswerten Bergbaue waren in den letzten Jahren die von Luri Castello, Meria und Ersa. In den 15 Jahren von 1880—1894 hatten sie zusammen über 14000 t Liefererz

(2), I, 1827, 3—24. — Ders., Über die Gewinnung und Zugutemachung des Grauspießglanzerzes zu Malbosc; Karst. Arch. f. Bergb. u. Hüttenw., XVIII, 1829, 158—182. — Carnot (Antimon von Chanac); Ann. d. Min. (7), XIII, 1878, 394. — Burthe, La mine d'antimoine de Freycenet; ebenda (9), IV, 1893, 15—33. — Eine Zusammenstellung der äußerst zahlreichen französischen Antimonitvorkommnisse gibt Lacroix, Minéralogie de la France et de ses colonies, II, 1896, 449—459.

[1]) Nentien, Étude sur les gîtes minéraux de la Corse; Ann. d. Min. (9), 1897, 251—262. — Lacroix, Minéralogie, II, 456—457.



gefördert; im Jahre 1903 ergab nur noch eine Grube 135 t im Durchschnittswert von etwa 90 Mark. Nach der amtlichen Statistik waren im Jahre 1903 in Frankreich 19 Antimongruben mit einer Gesamtproduktion von 12400 t Erz, im Durchschnittswert von 50 Mark, im Betriebe.

Das antimonreichste Land Europas ist neben Frankreich Italien. Zu **Su Suergiu**[1]) in der Gemeinde Villasalto (Provinz Cagliari, Sardinien) bildet Antimonit mit Pyrit in linsenförmigen Mitteln einen 200 m langen, etwa 40 m breiten und bis 70 m Teufe verfolgten Komplex lagerartiger Einlagerungen in einer aus graphitischen Schiefern und Kalkphylliten bestehenden Schichtenfolge, welche diskordant über älteren, vermutlich silurischen „Talkschiefern" ruht. Das Erz ist im allgemeinen derb und feinkörnig, nur spärlich kommt es auch in kristallisiertem Zustande in Kalkspatschnüren vor. Die Antimonitgrube von Su Suergiu ist gegenwärtig die bedeutendste Italiens; sie lieferte den weitaus größten Teil der im Jahre 1902 1589 t betragenden Antimonerzförderung der Insel Sardinien.

Sehr reich an Antimonlagerstätten ist Toskana;[2]) z. T. werden sie von Realgar und Zinnober begleitet, und Beispiele dieser Art werden deshalb noch weiter unten genannt werden. Teilweise hornsteinartiger, gebänderter Quarz bildet den Begleiter des Antimonits auf den Gängen von Montauto, Tafone und Poggio Fuoco in der Maremma von Grosseto; diese setzen zwischen den permischen Schiefern und eocänen oder rhätischen Kalken auf und haben das Nebengestein verkieselt oder in tonige Massen umgewandelt. Eines der wichtigsten toskanischen Antimonvorkommen, das von **Pereta**, war zugleich eine Schwefellagerstätte. Es ist auf 1 km streichende Länge im nördlichen Teile in eocänen, kalkig tonigen, im südlichen in klastischen miocänen Ablagerungen nachgewiesen worden. Die Lagerstätte ist sehr unregelmäßig gestaltet und besteht hauptsächlich aus Quarz, der insbesondere im südlichen Teile in Höhlungen, Taschen und Trümern Antimonit, im nördlichen außer diesem auch so reichlich Schwefel führt, daß zu Anfang des XIX. Jahrhunderts jährlich während einer siebenmonatlichen Arbeitszeit über 2000 t gefördert worden sein sollen. Besonders nördlich von dem Gange, längs dessen der eocäne Kalk stellenweise verkieselt, in Gips oder in Alaunstein umgewandelt ist, treten intensive Schwefelwasserstoffexhalationen zutage. Die Lagerstätte von **Cetine di Cotorniano** in der Provinz Siena, scheint ein metasomatisches Quarzlager auf der Grenze zwischen eocänem Kalk und permischem Schiefer zu sein. Der lyditähnliche Quarz wird auf den zahlreichen Querklüften von Rotspießglanzerz, Cervantit, Schwefel, von jüngerem, kristallisiertem Quarz, Perlsinter (Fiorit), Kalkspat und Gips durchzogen und

[1]) Traverso, L'Antimonio, Alba 1897; Ref. Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLV, 1897, 489. — Catalogo della mostra fatta dal Corpo Reale delle Miniere all' esposizione universale del 1900 a Parigi.

[2]) A. d'Achiardi, I metalli, II, 584—585. — Haupt, Das Vorkommen von Antimon und Schwefel in Toscana; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLV, 1886, 313—316, 325—328, 333—336. — Lotti, Die Zinnober und Antimon führenden Lagerstätten Toscanas und ihre Beziehungen zu den quartären Eruptivgesteinen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 41—46, Lit. — G. d'Achiardi, Cenni sui minerali della miniera di antimonio delle Cetine di Cotorniano; Proc. verb. Soc. Tosc. d. Scienze, Adun. 7. VII. 1901.



enthält reichlich radialfaserigen Antimonit, der auch in bis zu 7 cm langen Kristallen vorkommt. Das Auftreten des Minerales ist ein unregelmäßiges. Stellenweise ist der Quarz schwammig-löcherig zerfressen und führt in den Hohlräumen nicht unbedeutende Mengen von Schwefel. Eine andere Lagerstätte ist die von Pari, wegen deren auf Lotti verwiesen sei.

Die meisten Antimon- und Schwefelgruben Toskanas liegen jetzt still, nachdem Pereta schon um 1840, andere besonders Ende der 1870er Jahre für einige Zeit auf Antimon betrieben waren; erstere Grube, die nur 23 m Tiefe erreichte, hat seiner Zeit in 32 Monaten gegen 380 t reiches Erz geliefert. Im Jahre 1902 war nur die Grube von Cetine mit einer Förderung von 4507 t Roherz im Werte von etwa 80000 Mark im Betrieb.

Von dem Antimonerzbergbau bei Messina war schon S. 794 die Rede.

Im Tale der **Soana,** des größten Nebenflusses des unterhalb Turin in den Po mündenden Orco, nahe dem Gran Paradiso, ist neuerdings ein Antimonerzgang entdeckt worden, welcher vorwiegend Quarz samt Pyrit und im Ausstriche ziemlich reichlich Antimonocker enthält, der nach Novarese[1]) weniger aus Antimonit, als vielmehr aus einem jamesonitähnlichen Mineral und Fahlerz hervorgegangen zu sein scheint. Andere an Sulfantimoniden und auch an Bleiglanz reiche Gänge finden sich auch sonst im Gneisgebiet des Paradiso. Neben Quarz enthalten sie etwas Spateisenstein als Gangart. Im Crestathal (Prov. Como) setzt in kristallinen Schiefern ein Quarzgang auf, der nach Denti[2]) Berthierit, dagegen wenig Antimonit und Pyrit enthält.

Die Goldführung gewisser Antimonitquarzgänge von **Portugal**[3]) ist schon S. 630 besprochen worden. Man unterscheidet im übrigen dort drei Antimonerzdistrikte; der erste ist das Vorkommen von Montemóro novo bei Evora in Alemtejo; der Quarzgang tritt zwischen Granit und paläozoischen Schiefern auf und auf ihm baute die Grube Herdade de Prata bei Casa Branca. Die zweite Region liegt bei Vallongo, Paredes und Gondomar in der Nähe von Oporto; in ihr waren die hauptsächlichsten Gruben tätig, die Gänge setzen in silurischen Tonschiefern auf. Der Distrikt von Faro in Algarve mit den beiden in Culmtonschiefern und -Grauwacken auftretenden Gängen von Alcoutim ist das dritte Gebiet. Noch in den letzten Jahren wurde aus Portugal ein wenig Antimon ausgeführt; jetzt scheint dieser Bergbau ganz erlegen zu sein.

Quarzantimonitgänge kennt man bei Barcelona in Spanien,[4]) in der Provinz Badajoz zu Zalamea de la Serena und in der Estremadura.

Durch einen großen Gehalt an Arsensulfiden ist die sehr mächtige Antimonlagerstätte von **Allchar**[5]) bei dem Dörfchen Rozsdan in Makedonien, nord-

---

[1]) Il giacimento antimonifero di Campiglia Soana nel circondario d'Ivrea; Boll. R. Com. Geol., 1902, No. 4.

[2]) Il filone di berthierite nella Val Cresta in Comune di Viconaga, Provincia di Como; Giorn. di min. crist. e petrogr., II, 1891, 211—214; Ref. N. Jahrb., 1894, II, —18—19—.

[3]) d'Albuquerque d'Orey, Die Bergwerks-Industrie in Portugal; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XL, 1881, 270. — Vogel, Zur Antimongewinnung in Portugal; Ztschr. f. angew. Chemie, 1891, 326—328. — Breidenbach, Die Antimonlagerstätten Portugals; Glückauf, XXIX, 1893, 1095—1096, 1141—1142.

[4]) Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 201. — Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVIII, 1890, 401, nach Revista Minera.

[5]) v. Foullon, Über Antimonit und Schwefel von Allchar bei Rozsdan in Macedonien; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1890, 318—322. — Hofmann, Antimon- und



westlich von Saloniki, ausgezeichnet und dadurch und scheinbar durch die Abwesenheit reichlicher quarziger Gangart von den gewöhnlichen Antimonitlagerstätten unterschieden. Vielleicht gehört sie überhaupt nicht zu den Gängen, sondern zu den metasomatischen Lagerstätten. Sie tritt zwischen Glimmerschiefer im Hangenden und Kalkstein bezw. Dolomit im Liegenden auf und besteht aus Adern, Schnüren, Nestern, Drusen, kompakten Linsen und Butzen von Antimon- und Arsenerz. Sie war schon im Jahre 1891 auf 4 km im Streichen verfolgt worden. Reine Erzmassen von $1^1/_2$ m Mächtigkeit sind nicht selten. Solche scheinen an den Dolomit gebunden zu sein, der in ihrer Nähe grobkristallin, in den erzführenden Teilen selbst milde, kleinbröckelig und durch sekundäre Eisenerze braun gefärbt ist. Im südlichen Teile führt der Ausstrich auf $2^1/_2$ km Länge Antimonit, der vielfach in Stiblith, Cervantit, seltener Valentinit und Rotspießglanzerz verwandelt ist. Dabei ist Schwefel und Gips entstanden. Der nördliche Teil der Erzmasse besteht aus Realgar und Auripigment, in denen Krenner[1]) 1894 den Lorandit (AsS_2Tl) als jüngere Bildung entdeckte. Pyrit, Calcit, Aragonit und Aluminit begleiten ferner die Erze.

Zu Allchar richtete sich der Bergbau zuerst auf die Antimonerze, welche mit einem Metallgehalt von 54—60 % exportiert wurden; trotz der unmittelbaren Nähe des Realgars können sie doch in ganz arsenfreien Massen abgebaut werden. Möglicherweise bestand schon im XII. und XIII. Jahrhundert bergmännisches Treiben zu Allchar; die jüngste Betriebsperiode datiert aus dem Jahre 1889. Der türkische Antimonexport, der im Jahre 1899 noch 1173 t betragen haben soll, ist sehr zurückgegangen; Auripigment wird in größeren Massen von Allchar über Saloniki exportiert.

Eine Zeitlang war auch die Umgebung von Smyrna in Kleinasien als Antimondistrikt von Bedeutung. Unwichtige Antimonitgänge mit quarziger Gangart setzen auf Lesbos[2]) im Glimmerschiefer bei Skopelo auf.

Nach Kunz[3]) treten in Neubraunschweig auf der Brunswick Mine, etwa 40 km von Frederickton, große Massen von gediegen Antimon und Antimonglanz mit schwachem Gold- und Silbergehalt, zusammen mit Quarz und Kalkspat in 1—30 Fuß mächtigen Gängen auf, welche schwarze Tonschiefer durchschneiden. Auch Valentinit und Rotspießglanzerz sind verbreitet. Das gediegene Antimon fand sich erst in Teufen von 100—250 Fuß in tonnenschweren Erzmitteln angereichert. Die Gänge durchsetzen in sehr großer Zahl ein Gebiet von etwa einer geographischen Quadratmeile. Ein Antimonerzbergbau scheint weder in Kanada

Arsen-Erzbergbau Allchar in Macedonien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXIX, 1891, 167—173.

[1]) Math. és term. Ertesitö, XII, 1894, 473; XIII, 1895, 258—263; Ref. Ztschr. f. Krist., XXVII, 1897, 98—99. — Nach Frenzel (Hintze, Handbuch der Mineralogie, I, 357) enthält das Auripigment Kerne von frischem Arsenkies.

[2]) de Launay, La géologie des îles de Métélin (Lesbos), Lemnos et Thasos; Ann. d. Min. (9), XIII, 1898, bes. 196.

[3]) Native antimony and its associations at Prince William, York Co., New Brunswick; Am. Journ. of Science, XXX, 1885, 275; Ref. N. Jahrb., 1888, I, — 42 —. — Wendt, Antimon-Gewinnung und -Schmelzung in Canada; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXIII, 1874, 237—238, nach Eng. Min. Journ., XVI, 1873, No. 25.



noch in den Vereinigten Staaten[1]) während des Jahres 1902 stattgehabt zu haben.

Beiläufig mögen noch einige südamerikanische Vorkommnisse angeführt werden. In Bolivia finden sich Antimonitgänge zu S. Pablo bei Lipez und in der Gegend von Tasna; in Peru im Distrikt Yauli; in der Argentina zu Chorillos im Dep. S. Antonio de los Cobres in der Prov. Salta.

In **Neusüdwales** sind Antimonerze von verschiedenen Stellen bekannt. Des goldhaltigen Vorkommens von Armidale wurde schon früher gedacht; ferner treten z. B. am Munga Creek, etwa 7 km von seiner Vereinigung mit dem Macleay-Fluß, Antimonerze mit quarziger Gangart auf.[2]) In Viktoria kommt Antimonit an vielen Orten, wie zu Sunbury und Whroo, teilweise zusammen mit Goldquarz vor. Weder hier noch in den übrigen australischen Staaten, mit Ausnahme einer geringfügigen Erzeugung in Neusüdwales, ist in den letzten Jahren Antimon produziert worden.

In Neukaledonien hat man in den 1880er Jahren in Tonschiefern aufsetzende, bis 3 m mächtige Quarzantimonitgänge ohne viel Erfolg bei Nakety abgebaut.[3]) Nach Lacroix wird der Antimonit von etwas Realgar begleitet.

In **Japan** wurden längere Zeit die Antimonitgruben von Ichinokawa (zu Ojoin-mura nahe Saijo, Provinz Igo) auf der Insel Shikoku ausgebeutet. Das Vorkommen lieferte die bekannten prachtvollen Kristalle, welche bis zwei Fuß lang und mehrere Zoll dick werden und von den Eingeborenen schon zu allerlei Zierrat und als Stäbe für die Blumentöpfe verwendet worden waren, ehe sie (1883) der Wissenschaft bekannt geworden sind.[4]) Die sechs Gänge treten in kristallinen, teilweise graphitischen Schiefern auf, fallen mit Ausnahme eines, der sehr flach liegt, steil ein und erreichen z. T. Mächtigkeiten bis über 3 m, bald aber sind sie auch nur zolldick. Man hat sie bis auf 1300—2700 Fuß im Streichen verfolgt. Das Vorkommen von Ichinokawa ist 1679 entdeckt worden. Der teilweise dicht kristalline Antimonit wird von den Japanern als hoganeji (Stahlmasse) bezeichnet. Ein anderes Vorkommen ist das von Kano im äußersten Süden der Hauptinsel Hondo und im Distrikt Tsuno (Dep. Yamaguchi) gelegen. Das Antimonerz soll keine anderen metallhaltigen Begleiter besitzen. Die drei 2—9 Fuß mächtigen, auf 6000 Fuß im Streichen verfolgten Gänge durchsetzen Gesteine des kristallinen Schiefergebirges. Bei Totsugawa im Dep. Nara, südlich von Kioto, setzt ein Gang in Schiefern (Quarzit- und Graphitschiefern) auf. In den letzten Jahren waren nur noch zwei Antimongruben in Betrieb, die Produktion hat sehr abgenommen; sie soll im Jahre 1897 348,5 t Antimonsulfid und 825 t Metall betragen haben, während für 1901 nur noch 119 t angegeben werden. Das Antimon wird im Lande selbst zu Gußwaren verarbeitet.

---

[1]) Mineral Resources of the United States, 1883—1884, 641—644. — Kemp, Antimony; Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 6—7.

[2]) Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 670. — Mineral Resources of the United States, 1883—1884, 646—648. — Porter. Notes on some minerals and mineral localities in the northern districts of New South Wales; Journ. and Proc. R. Society of New South Wales, 1888, part I, 78—89; Ref. N. Jahrb., 1890, II, 206—207.

[3]) Lacroix, Minéralogie de France, 1897, II, 443. — Glasser, Les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie; Ann. d. Min. (10). V, 1904, 536—537.

[4]) Dana, Über den Antimonglanz von Japan; Zeitschr. f. Kristallogr., IX, 1884, 29—37. — Wada, Über japanische Mineralien; Sitz.-Ber. d. Ges. naturf. Freunde, Berlin 1884, 79; Ref. Zeitschr. f. Krist., XI, 1886, 441. — Les Mines du Japon, Paris 1900, 298—313. — Zeitschr. f. angew. Chemie, 1901, 1122.



Die Antimonvorkommnisse von Sarawak im nördlichen englischen Teile von Borneo führen auch gediegen Arsen und Arsensulfide. Nach Gröger[1]) kommt dort das Erz, zusammen mit gediegen Antimon, in Begleitung von Quarz in nesterförmigen Mitteln vor. Die Gänge setzen in Tonschiefer und Kalksteinen auf. Sekundäre Antimonerze scheinen in den Ausstrichen eine wichtige Rolle gespielt zu haben. Als solche erwähnt Frenzel[2]) Antimonocker, Valentinit, Rotspießglanzerz und Sarawakit (wahrscheinlich Antimonoxychlorid); ferner gibt er Realgar, Zinnober, Arsen und Quecksilberchlorür an.

10. Die Arsenerzgänge.

Arsen und Antimon sind in der Natur unzertrennliche Genossen. Sie beteiligen sich an der Zusammensetzung fast aller Fahlerze, und ihre analogen Verbindungen, wie helles und dunkles Rotgiltigerz, Enargit und Famatinit, Gersdorffit und Ullmannit, Dufrenoysit und Jamesonit pflegen nebeneinander einzubrechen; gediegen Arsen ist häufig begleitet von gediegen Antimon und im Allemontit sind beide vereinigt. Angesichts dessen ist es eine sehr bemerkenswerte Erscheinung, daß es nur ganz vereinzelte gemeinschaftliche Lagerstätten der einfachen Sulfide Antimonit, Realgar und Auripigment gibt, wobei überdies die primäre Natur der beiden letzteren noch in Frage gestellt werden darf. Als solche sind diejenigen von **Allchar** (s. S. 885) und vielleicht von Borneo und Neukaledonien zu betrachten, während auf den meisten Antimonit-Quarzgängen das Arsen nur untergeordnet aufzufinden ist.

Realgar (As_2S_2) und Auripigment (As_2S_3) kommen wohl stets nebeneinander vor und sind weit verbreitet. Das letztere ist in den meisten Fällen zweifellos aus ersterem entstanden; von verschiedenartigen, Arsenerze führenden Gängen sind beide als sekundäre Produkte erwähnt worden. Abgesehen von ihrem hier nicht in Betracht kommenden Auftreten an Vulkanen, als Sublimationsprodukt auf Brandhalden der Stein- und Braunkohlengruben und stellenweise auch in den Absätzen heißer Quellen finden sie sich in bituminösen Gesteinen, in Tonen oder Sandsteinen, seltener in Kalksteinen, wo sie entweder eingesprengt oder gangförmig auftreten. Derlei Vorkommnisse sind folgende:[3]) Bei Schara-Dorna (Bukowina) treten sie mit Gips und Quarz in einem Tonlager auf; in Kärnten bei Keutschach, in Steiermark bei Fohnsdorf kommt Realgar neben Auripigment auf Braunkohlenlagern vor; zu Casa Testi am Monte Amiata in der italienischen Provinz Grosseto sind sie neben Gips und Markasit eingewachsen in einen tonigen Kalkstein und treten ebenso auch, zusammen mit Flußspat, Magnetkies, Limonit, Schwefel, Bitumen, Kupferkies und Buntkupfererz, sowie mit Kalkspat in Spalten desselben auf. Nach Grattarola[4]) sind diese Arsenlägerstätten nichts anderes als eine örtliche Modifikation der Zinnobervorkommnisse des Monte Amiata, die ersteren sollen aber jünger sein als die letzteren. Nahe Tolfa, ONO. von Civitavecchia, führen Kalkspattrümer in einem glimmerhaltigen Sandstein neben Kristallen von Kalkspat auch solche von Realgar und Auripigment; in der Wetterau bei Kahl kommen Realgarkriställchen in Drusen eines bituminösen Zechsteindolomits vor. Ein berühmtes Vorkommen ist dasjenige von Tajova bei Neusohl in Ungarn. Ein triasischer dolomitischer Kalkstein zeigt sich unter dem Schutt und Gerölle der Tal-

[1]) Das Antimonvorkommen im Distrikte Sarawak auf Borneo; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1876, 87.

[2]) Mineralogisches aus dem Ostindischen Archipel; Tscherm. min. Mitt., 1877, 297—302.

[3]) Hintze, Handbuch der Mineralogie, I, 353—364.

[4]) Giorn. di Min., Crist. e Petrogr., I, 1890, 232—233; Ref. N. Jahrb., 1892, II, —11—.

sohle durchzogen von unregelmäßigen, sich stellenweise höhlenartig erweiternden Klüften, die mit Ton angefüllt sind. Im letzteren, und durch ihn verunreinigt, liegen faustgroße Knollen von Realgar und Auripigment; die Arsenverbindungen finden sich übrigens auch in Kalkspatdrusen und auf der Oberfläche des dichten Kalksteins. Nach Cotta[1]) soll sich das Vorkommen auf die höheren Teile der tonerfüllten Spalten beschränken. In Bosnien werden glimmerreiche, teilweise zersetzte Phyllite bei Kreševo von Adern und Linsen von Quarz durchsetzt, der von Realgar und Auripigment überkrustet ist und in Drusenräumen Kristalle von beiden enthält; im Coyote Mining District, Iron Co., in Utah kommen linsenförmige Aggregate von Realgar und Auripigment in einem sandigen Tone vor.

Über das geologische Auftreten der beiden Arsenerze zu Julamerk in Kurdistan, von Kianfiu in China und von Goramis, Kazwin, Afshar und Zendjân in Persien ist nichts oder nur wenig bekannt.[2])

Mancherorts steht das Vorkommen von Realgar und Auripigment in engen Beziehungen zu demjenigen des Zinnobers, so, wie schon erwähnt, teilweise am Monte Amiata, ferner zu Mieres in Asturien und in der Gegend von Huancavelica in Peru.[3]) An die Erscheinungsweise der Quecksilbergänge erinnern übrigens jene Realgar- und Auripigmentlagerstätten durch die Einfachheit ihrer Paragenesis; sie haben fast keine Begleiter und sind zumeist nur an Kalkspat gebunden, der sich eben überall leicht bildet und vorfindet. Die technische Bedeutung dér Realgar- und Auripigmentlagerstätten ist, wenn man von derjenigen zu Allchar absieht, eine geringe. Dasselbe gilt von der Masse des natürlich vorkommenden gediegenen Arsens. Es ist ein nicht seltener Begleiter edler Silbererze und bricht dann manchmal lokal in größeren Mengen ein, so z. B. auf den Erzgängen von Přibram, Kongsberg, Markirch, Freiberg und vor allem in St. Andreasberg, ferner auf den barytischen Silber- und Silber-Kobalterzgängen von Schneeberg und Marienberg i. Sachs., wo es zeitweise massenweise vorkam (zu Schneeberg auf Wolfgang Maaßen, zu Marienberg auf der Grube Palmbaum in zentnerschweren Massen, derbe Platten bildend), zu Annaberg, Joachimsthal und zu Wittichen im Schwarzwald.

Das Hauptarsenerz ist aber immerhin der Arsenkies ($Fe(AsS)_2$) und untergeordneter auch das Arseneisen ($FeAs_2$), ersterer als FeAsS mit 46,02 Arsen, 19,65 Schwefel, 34,33 Eisen, letzteres mit 72,75 Arsen und 27,25 Eisen; indessen ist auch das letztere etwas schwefelhaltig. Beide sind mitunter etwas goldführend. Der Arsenkies ist ein weitverbreitetes Erz; in massenhaftem Auftreten bildet er einen Hauptbestandteil der kiesigen Bleiformation in Freiberg und der sächsischen Zinnerzgänge. Weit seltener ist das Arseneisen. Die schon weiter oben (S. 778) unter den Bleierzgängen erwähnten, meistens an Olivinkersantitgänge gebundenen Erzgänge von Altenberg in Schlesien können jetzt als Arsenkiesgänge gelten. Große Massen von Arsenkies lieferte die Kupfergrube Great Consols in Devon. Als Kontaktlagerstätten werden die unbedeutenden Arsenkiesvorkommnisse von Evelinensglück bei Rotenzechau betrachtet. Das seiner Entstehung und systematischen Zugehörigkeit nach zweifelhafte, späterhin unter den Kontaktlagerstätten besprochene Arsenikalkiesvorkommen von Reicher Trost bei Reichenstein in Schlesien möge hier genannt werden; auch sei auf die arsenikalkiesführenden, gleichfalls zu den Kontaktlagerstätten gezählten Lager von Schwarzenberg in Sachs. (z. B. St. Christoph bei Breitenbrunn) verwiesen.

---

[1]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 59.

[2]) Helmhacker, The mineral resources of Persia; Eng. Min. Journ., LXV, 1898, 38—40.

[3]) Über das gemeinschaftliche Auftreten von Zinnober und Realgar siehe auch: Spurr, Economic geology of the Mercur mining district; XVI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part. II, 1894—95, 349—455.



Bemerkenswert ist, daß den arsenkiesführenden Zinnerzgängen Antimonerze zu fehlen pflegen. In Chloanthit, Gersdorffit, Rotnickelkies, Speiskobalt usw. ist das Arsen ein unzertrennlicher Begleiter der Nickel- und Kobaltgänge und ein mehr oder weniger willkommenes Nebenprodukt bei der Verwertung der letzteren.

11. Die Quecksilbererzlagerstätten.

* Zinnober, HgS mit 86,2% Hg, ist das hauptsächlichste und fast einzige Quecksilbererz; örtlich hat man verschiedene Arten seines Auftretens mit verschiedenen Namen, wie Quecksilberlebererz, Korallenerz, Quecksilberbranderz, Stahlerz bezeichnet. Die viel seltenere, tetraedrisch kristallisierende, meist pulverförmige, schwarze Modifikation des Quecksilbersulfids ist der Metacinnabarit. Gediegen Quecksilber ist stellenweise ein Begleiter des Zinnobers, diesem aber an Menge fast immer untergeordnet; noch mehr gilt dies für die seltenen Amalgame.

Sonstige, den echten Quecksilberlagerstätten fast fremde quecksilberhaltige Erze sind vor allem die Quecksilberfahlerze. Sie sind besonders bekannt von den Fahlerzgängen zu Schwaz und Brixlegg (bis zu 16% Hg), zu Kotterbach in Ungarn (17,3% Hg), in Bosnien zu Maškara (7,58% Hg) und Kreševo (3,4% Hg), zu Bellagarda bei Ceresole Reale in den Westalpen (13,71% Hg)[1]) und von Punitaqui in Chile (angeblich 24% Hg)[2]) und sind zu Kotterbach und in Bosnien geradezu der Ausgangspunkt für eine Quecksilbergewinnung geworden. Bei der Verwitterung geben sie nicht selten Veranlassung zur Bildung von mehr oder weniger Zinnober. Seltene Quecksilbererze ohne technische Bedeutung sind der Lerbachit (Selenquecksilberblei), das Selenquecksilber (Tiemannit, HgSe), das Selenquecksilberkupferblei, die alle u. a. auf dem Harze gefunden wurden, der Coloradoit (Tellurquecksilber, HgTe) und der Onofrit (Selenschwefelquecksilber, Hg(SSe)), der namentlich im Minendistrikt von Marysvale, 320 km südlich von Salt Lake City als 0,1 m mächtige Spaltenausfüllung in einem wahrscheinlich paläozoischen Kalk auftritt. Sehr selten ist Quecksilberjodid, häufiger und nicht allein an die eigentlichen Quecksilberlagerstätten gebunden das Quecksilberhornerz (Kalomel, HgCl). Aus Texas sind neuerdings Quecksilberoxychloride und Quecksilberoxyd bekannt geworden.

Das Auftreten des Zinnobers ist ein weitverbreitetes, mitunter sporadisches. So fand er sich als Seltenheit im Ganggebiet von Clausthal; bei Wieda im Unterharz kommt er mit Pyrit, Kupferkies und Braunspat auf Gängen in Tonschiefer vor; auf den rheinischen Gängen tritt er zu Müsen, Horhausen und bei Dillenburg auf,[3]) ferner zu Kremnitz, Schemnitz, Kapnik, zu Mitterberg in Salzburg, mit den Nickel- und Kupfererzen von Leogang und an vielen anderen Orten. Zu Littai begleitete er als ein technisch wichtiges Erz das dortige Bleiglanzvor-

[1]) Novarese, Il giacimento antimonifero di Campiglia Soana; Boll. R. Com. Geol., 1902, No. 4, nach einer Analyse Zecchinis.

[2]) Hintze, Handbuch der Mineralogie, I, 1118. — Götting, Die Erzgänge zu Punitaqui in Chile mit besonderer Berücksichtigung der zinnoberführenden Lagerstätten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 224—230.

[3]) Frohwein, Briefl. Mitt.; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXVI, 1874, 609—611.



kommen (s. S. 792); in Algier[1]) zu Taghit, 42 km SSW. von Batna, tritt er gleichfalls in Begleitung von Bleiglanz und Blende gangförmig im Neocom, zu Bir-Beni-Salah mit Bleiglanz auf einem Gang in Gneis, am Djebel Greier, 5 km von Jemmapes mit Bleiglanz und Fahlerz in obereocänen Kalksteinen auf. Zu Taghit wurde eine Quecksilberhütte gegründet, die im Jahre 1903 20 t Metall lieferte. Ebenso kommt Zinnober auf den metasomatischen Bleiglanzlagerstätten von Marico in Transvaal,[2]) Monteponi und Santander vor. Auch die unbedeutenden Zinnobervorkommnisse der Gruben Mercur, Silberg und Neue Rhonard bei Stachelau im Bergrevier Olpe[3]) (Westfalen) waren gebunden an in Grauwacken aufsetzende Gänge mit Quarz, Schwerspat, Quecksilberfahlerz und Kupferkies. Mehrfach wird von ganz isolierten, gewissermaßen zufälligen und kaum erklärlichen Vorkommnissen gediegenen Quecksilbers berichtet.[4]) Eines der bekanntesten war dasjenige von Sülbeck in der Lüneburger Heide.

Außer diesen mehr oder weniger sporadischen Vorkommnissen des Zinnobers auf sulfidischen Erzgängen, wo er manchmal ein selbständiger Einwanderer sein dürfte, ist das Mineral charakteristisch für manche Antimonitgänge und, wie in Toskana, oft als ein Beweis für die nahe Verwandtschaft solcher mit den Quecksilberlagerstätten aufgefaßt worden. Es gehören dahin die Gänge von Schlaining, Nordkorsika, Smyrna und vielleicht die von Sarawak auf Borneo, ferner die später zu erwähnenden Lagerstätten in Mexiko, wo das Quecksilbererz Pseudomorphosen nach jenem bildet, und zu Nikitowka. In der Provinz Constantine (Algier) begleitet es die an Kalksteine gebundenen Antimonerzlager. Auf die wichtigen Beziehungen der Realgarlagerstätten zu den Antimonitgängen einerseits und gewissen Quecksilberlagerstätten andererseits ist gleichfalls schon oben hingewiesen worden; die späterhin noch etwas ausführlicher zu erwähnenden Vorkommen von Huancavelica und Mieres sind die wichtigsten Beispiele dieser Art.

Als Quecksilberlagerstätten im engeren Sinne faßt man diejenigen Vorkommnisse zusammen, welche Zinnober, in sehr seltenen Fällen auch gediegen Quecksilber (angeblich die Socrates-Grube in Kalifornien) oder Metacinnabarit als hauptsächlichstes und stets einziges technisch wichtiges Erz führen. Eine große Einfachheit der mineralogischen Zusammensetzung, der Mangel fast aller anderen Erze mit Ausnahme des wohl nie fehlenden Pyrits und Markasits oder des ziemlich häufigen Antimonits (zu Guadalcázar des vielleicht problematischen Livingstonits) und des selteneren Realgars, ist von jeher als eine besondere Eigentümlichkeit der Quecksilberlagerstätten angesehen worden; es besteht darin eine Ähnlichkeit zwischen den wichtigsten, geologisch untereinander gleichwohl teilweise sehr verschiedenen Vorkommnissen, die schon von Nöggerath,

[1]) Lacroix, Minéralogie de la France, II, 1896, 549—552. — Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LI, 1903, 236. — Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXIII, 1904, 520.

[2]) Molengraaff, Über einige Erz- und Mineralvorkommen in der südafrikanischen Republik Transvaal; Ztschr. f. Kristallogr., XXII, 1893, 150—157.

[3]) Ihne, Das neuentdeckte Zinnober-Vorkommen auf der Grube Neu Rhonard bei Olpe; Berggeist, VIII, 1863, 399, 403. — Beschreibung der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe, 1890, 159—160.

[4]) Hausmann, Auffindung von Quecksilber in der Lüneburgischen Diluvial-Formation; Studien des Gött. Ver. bergm. Freunde, VI, 1854, 259—267, 425—428. — Neue Quecksilberfunde; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., II, 1854, 187—189. — Grimm, Über einige bisher wenig bekannte Quecksilberfunde; ebenda 273—275. — v. Hauer, Das Quecksilbervorkommen von Gagliano bei Cividale in der Provinz Udine; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VI, 1855, 810—814.



v. Groddeck, Becker, Schrauf u. a. hervorgehoben wurde und in der Literatur wiederholt zu vergleichenden Zusammenstellungen dieses Lagerstättentypus Veranlassung gegeben hat.[1]) Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleiverbindungen kommen auf den Quecksilberlagerstätten nur spärlich vor, und es ist oft fraglich, ob sie ihr Dasein demselben Bildungsvorgang wie diese verdanken.[2]) Als Gangarten sind am häufigsten Quarz, Chalcedon, Hornstein, Opal, Kalkspat und andere Karbonspäte; seltener ist Schwerspat, selten Flußspat, der u. a. zu Guadalcázar in größerer Masse vorkommt. Das stellenweise massenhafte Vorkommen von Gips steht mitunter im zweifellosen Zusammenhang mit dem Erzabsatze; hie und da wird der Zinnober auch von Schwefel begleitet. Weit verbreitet sind verschiedenartige und mit verschiedenen Namen belegte feste und flüssige Kohlenwasserstoffe wie der Idrialin, der zu Idria in inniger Durchmengung mit dem Zinnober auftritt; auf zahlreichen Quecksilberlagerstätten aber fehlen solche organische Stoffe ganz oder kommen nur durchaus untergeordnet vor. Ihre Herkunft ist wohl nicht immer eine ganz gleiche; sie werden in manchen Fällen vielleicht auf den ursprünglichen, durch den Erzabsatz frei gewordenen und nicht zerstörten Bitumengehalt des Nebengesteins zurückgeführt werden dürfen.

Das geologische Auftreten der Quecksilbererzlagerstätten ist ein ungemein verschiedenartiges. Die Bezeichnung als Quecksilbergänge kennzeichnet in den allermeisten Fällen die Art des Vorkommens nicht oder nur unvollständig. Einigermaßen mächtigere, aus Zinnober bestehende Spaltenfüllungen scheinen mindestens sehr selten zu sein. Meistens tritt das Erz in Zerrüttungszonen, als Ausfüllung von Klüften, auf Schichtfugen, auf Brecciengängen, in Stockwerken und in Trümerzügen auf, die in ihrer Gesamtheit mitunter fälschlich als Gänge bezeichnet werden. Die Ansiedelung des Erzes ist dann teilweise, wie z. B. in den zerrütteten Dolomiten von Idria ohne irgendwelche Veränderung des Nebengesteines geschehen; mitunter aber, wie z. B. auf den Klüften von Nikitowka oder auf manchen an Serpentin gebundenen Lagerstätten, ging mit ihr eine intensive Verkieselung des Nebengesteines oder die Wegführung von Schwerspat (zu Avala) Hand in Hand. Die wichtigste Zinnoberlagerstätte, die von Almadén, enthält das Erz fast nur als eine manchmal außerordentlich reiche Imprägnation im Sandstein, dessen Quarz bei der Einwanderung des Erzes teilweise verdrängt worden zu sein scheint. Solche mit Zinnober imprägnierte Schichten können an sedimentäre Lager erinnern und sind früher wohl, wie die von Idria, auch für solche gehalten worden; ihre Erzführung ist indessen eine ungleichmäßige und z. B. zu Almadén auch in derselben Schicht

[1]) Die erste findet sich bei Nöggerath, Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., X, 1862, 361—392, die ausführlichste bei Becker, Geology of the quicksilver deposits of the Pacific slope; Monogr. U. St. Geol. Surv., XIII, 1888. Siehe ferner Becker, Quicksilver ore deposits; Mineral Resources of the U. States, 1892, 139—168.

[2]) Forstner widerspricht z. B. ausdrücklich der Angabe Beckers, wonach auf der Manzanita-Grube in Kalifornien Gold und Zinnober aus derselben Lösung entstanden sein sollen, indem er vielmehr das Quecksilbererz für eine selbständige jüngere Bildung über Golderz erklärt.



nicht niveaubeständige. Eine Anzahl von Quecksilberlagerstätten ist an Kalksteine gebunden und diese sind dann durch die erzbringenden Lösungen bis auf tonige Rückstände, welche das Erz umschließen, weggelaugt oder manchmal auch in Gips umgewandelt worden. Die Gestalt solcher, z. B. in Toskana und in Mexiko bekannter Lagerstätten ist in der Hauptsache eine mehr oder weniger unregelmäßige, auch schlauchförmige, nur nebensächlich tritt dann das Erz auch in Klüften oder stockwerkförmig auf; es bleibt deshalb fraglich, ob nicht diese Vorkommnisse außerhalb des Zusammenhanges mit der Mehrzahl der epigenetischen Quecksilbererzlagerstätten unter den Höhlenfüllungen zu behandeln sind. Die Zinnoberlagerstätten treten im übrigen in den mannigfachsten eruptiven und sedimentären Gesteinen auf.

Entsprechend der oben skizzierten Vielartigkeit seines Auftretens dürfte auch die Entstehung des Quecksilbererzes in den verschiedenen Vorkommnissen keine ganz gleiche gewesen sein. Schrauf hat mit Recht darauf hingewiesen, daß schon in derselben Lagerstätte zu verschiedenen Zeiten ihrer Herausbildung der Absatz des Quecksilbererzes in verschiedener Weise vor sich gegangen sein kann. Die Sublimierbarkeit des gediegenen Quecksilbers sowie des Schwefelquecksilbers legte schon frühzeitig den Gedanken an eine Bildung seiner Lagerstätten durch Sublimation nahe. Quecksilber beginnt schon nahe seinem Gefrierpunkt zu verdampfen, und in ähnlicher Weise wird das Schwefelquecksilber, dessen Sublimationspunkt bei gewöhnlichem Luftdruck nach Schrauf ungefähr bei 240° liegt, schon bei niedriger Temperatur zu verdampfen und zu wandern vermögen. Gewisse Anflüge und Imprägnationen, in welchen der Zinnober ohne jede Gangart auftritt, könnten nach Schrauf als solche Sublimationen bei niedriger Temperatur erklärt werden. Zwingende Gründe für die Annahme einer Sublimation bei hohen Temperaturen scheinen sich nirgends zu finden, vielmehr hat schon Bischof[1]) darauf hingewiesen, daß die Quecksilbererze oft mit Gangarten auftreten, für welche die Entstehung aus wässeriger Lösung die annehmbarste ist, wie die Karbonspäte. Einen Absatz aus Lösungen hat bereits Gümbel (1850) für die Pfälzer und Meier (1868) für die Idrianer Quecksilberlagerstätten behauptet; er wird jetzt ziemlich allgemein angenommen. Die Zinnoberindustrie lehrte Bedingungen kennen, unter denen sich das rote, kristallisierte Quecksilbersulfid auf nassem Wege zu bilden vermag. Die einfachen Sulfide der Alkalien bilden mit Quecksilbersulfid lösliche Doppelsalze, die in alkalischer Lösung beständig und kristallisierbar sind; unter dem Einflusse von Polysulfiden der Alkalien (K_2S_x, Na_2S_x, $(NH_4)_2S_x$) entsteht aber schon bei Temperaturen von 40—50° aus dem schwarzen Sulfid das rote, d. h. aus der Auflösung von amorphem, schwarzem Sulfid in den Polysulfiden kristallisiert stets Zinnober. Auch durch langsame Zersetzung der Lösung von HgS in Na_2S, K_2S, CaS, SrS oder BaS bildet sich Zinnober. Da der Zinnober ein höheres spezifisches Ge-

[1]) Chemische und physikalische Geologie, II, 1855, 1932. Mit der Entstehung der Quecksilberlagerstätten haben sich ferner eingehender befaßt: Becker (1888 und 1892), Schrauf (Über Metacinnabarit von Idria und dessen Paragenesis; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XLI, 1891, 349—399), Spirek (verschiedene Arbeiten über Toskana), Villarello (Mexico 1903).



wicht besitzt als das amorphe Sulfid (8,1 gegen 7,7), so sollte man an die Möglichkeit glauben, daß unter hohem Druck solche Reaktionen, die gewöhnlich zur Bildung des schwarzen Sulfides führen, den Zinnober erzeugen. Spring[1]) hat indessen gezeigt, daß die Umwandlung von schwarzem, amorphem HgS in die rote Modifikation bei Temperaturen, die nicht in der unmittelbaren Nähe der Sublimationstemperatur liegen, erst bei einem Drucke von etwa 35000 Atmosphären möglich ist, daß aber schwarzes kristallines HgS schon bei einigen hundert Atmosphären Druck zu Zinnober wird. Die Entstehung des letzteren in der Natur ist in ihren Einzelheiten noch durchaus unbekannt.

Die Annahme einer hydatogenen Entstehung der Quecksilberlagerstätten hat durch den Nachweis von Quecksilbersulfid in den Absätzen heißer Quellen an Boden gewonnen. Becker und Schrauf erwähnen eine größere Anzahl solcher Vorkommnisse, von denen das von Steamboat Springs in Nevada, das später noch besprochen werden soll, am zuverlässigsten bekannt ist; daneben sei noch Ohaeawai auf Neuseeland, südöstlich des Omapere-Sees, nahe der Bay of Islands genannt, wo seit 1866 Zinnober bekannt ist.[2]) Man hat demgemäß auch häufig heiße Quellen und die in deren Gefolge auftretenden heißen Gasausströmungen mit der Entstehung der Quecksilberlagerstätten in Zusammenhang gebracht, wo sich ein solcher weder beweisen noch verneinen ließ. Zweifellos können aber Exhalationen von Kohlensäure und Schwefelwasserstoff auch in der Verwitterung des den Zinnober begleitenden Markasits in kalkhaltigem Gestein oder in der Wechselwirkung zwischen Gips und bituminösen Gesteinen ihren Grund haben, wie das für Toskana Spirek behauptet hat. Zu New Idria in Kalifornien und zu Siele in Toskana haben die ausströmenden Gase wohl auch zu Grubenexplosionen geführt. Der größte Teil der Quecksilberlagerstätten ist sehr jugendlicher Entstehung; ein Zutun vulkanischer Prozesse bei ihrer Entstehung ist in manchen Fällen sehr wahrscheinlich, in anderen nicht erweisbar.

Nicht wenige Quecksilberlagerstätten verarmten in der Tiefe, ohne daß dann scheinbar von einer sekundären Veredelung in einem eisernen Hute gesprochen werden könnte. Eine Umwandlung des Zinnobers findet statt in Metacinnabarit, den Schrauf als sekundäres Produkt zu Idria nachgewiesen hat, und in gediegen Quecksilber. Bezeichnenderweise führten manche kalifornische Gruben wie die Redington Mine in den oberen Teufen massenhaften Metacinnabarit. Gediegen Quecksilber dürfte teils primär, in vielen Fällen aber wohl ein Umwandlungsprodukt aus Zinnober sein; denkbar ist eine solche Umwandlung infolge einer Oxydation des Schwefels, durch die Einwirkung organischer Substanzen und infolge eines langsamen Zerfalles mit oder ohne Einwirkung von Wasserdampf. Die Entstehung des gediegenen Quecksilbers findet

[1]) Sur la conversion du sulfure de mercure noir en sulfure rouge, ainsi que sur la densité et la chaleur spécifique de ces corps; Bull. de l'Ac. roy. d. Belgique (3), XXVIII, 1894, 238.

[2]) Hutton, Transact. New Zealand Inst., III, 1870, 252, zitiert von Becker. — Griffiths, The Ohaeawai quicksilver deposits; Transact. New Zealand Inst. Min. Eng., II, 1898, 48, zitiert von Park, Ore deposits in relation to thermal activity; Eng. Min. Journ., LXXIX, 1905, 607.

offenbar jetzt noch auch in den tieferen Lagerstättenzonen statt; nach Forstner[1]) soll sich das Nachlassen des Reichtums in den kalifornischen Gruben in der Regel durch das reichlichere Auftreten von gediegen Quecksilber in der Teufe angekündigt haben. Im Gegensatz zum Chlorsilber ist das Quecksilberchlorür nur sehr wenig verbreitet. Die große Widerstandsfähigkeit des Zinnobers gegen chemische Agentien und sein hohes Gewicht ermöglichen die Anreicherung des Erzes auf deuterogenen Lagerstätten, die mehrfach abgebaut worden sind und sehr oft auf die Spur der primären Vorkommnisse geführt haben.

Die Weltproduktion (1903) an Quecksilber beträgt 3600 t.

Im nachstehenden soll eine Anzahl genauer bekannter oder sonst erwähnenswerter Vorkommnisse geschildert werden.

Ein spärliches Zinnobervorkommen ist in Schlesien u. a. am Schäferberg bei Hermsdorf[1]) nahe Waldenburg bekannt geworden. Es findet sich in bis zu 4 cm mächtigen Gängen in einem in blaugrauen Ton umgewandelten Porphyr neben Quecksilber, Metacinnabarit und Eisenkies. Quecksilberbergbau hat ehedem besonders am Giftberg zu Hořowitz[2]) in Böhmen bestanden; ziemlich ansehnliche Mengen von Zinnober sind dort in Begleitung von Toneisenstein, Eisenkies, Eisenspat und Steinmark aufgetreten. Schon von Agricola wird das Zinnobervorkommen von Schönbach[3]) bei Eger erwähnt, das im XVI. Jahrhundert vorübergehend abgebaut wurde. Das Erz kam mit Quarz in Glimmerschiefer vor. In der Gegend von Schneeberg-Neustädtl[1]) im Erzgebirge treten unbedeutende Zinnoberlagerstätten im Schiefergebirge auf. Das Erz wird von Quarz und Karbonspäten, Eisenkies und Kupferkies begleitet. Ein geringfügiger Bergbau wurde zuletzt Ende des XVIII. Jahrhunderts versucht.

Quecksilberlagerstätten sind früher in der **Pfalz**[4]) abgebaut worden zu Moschellandsberg, Mörsfeld bei Kirchheimbolanden, am Stahlberg bei

---

[1]) Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 385.

[2]) Huyssen, Über das unweit Waldenburg entdeckte Quecksilber-Vorkommen; Schles. Ges. f. vaterl. Cult., XLI, 1863, 30; danach Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XI, 1863, 302.

[3]) Rosenbaum, Über die Quecksilbererzeugung und den Zinnoberbergbau zu Horzowitz im Beraunerkreise in Böhmen; v. Born und v. Trebras Bergbaukunde, I, 1789, 200—216.

[4]) Laube, Zinnober von Schönbach bei Eger; Tscherm. Mitt., XVI, 1897, 96—99.

[5]) H. Müller, Der Erzdistrikt von Schneeberg im Erzgebirge; Gangstudien, III, 1860, bes. 170—174.

[6]) v. Beroldingen, Bemerkungen auf einer Reise durch die pfälzischen und zweibrückischen Quecksilberbergwerke, herausgeg. von Brandis, 1788. — Lasius, Auszug aus dem Tagebuche über eine Reise von Hannover bis in die Gegenden des Oberrheins und der Pfälzischen Quecksilberbergwerke; v. Borns und v. Trebras Bergbaukunde, II, 1790, 353—382. — Beurard, Rapports sur quelques mines de mercure situées dans les nouveaux départements de la rive gauche du Rhin; Journ. d. Mines, An. VI (1797—1798), 321—360. — Schulze, Über die Quecksilbergruben in der Pfalz; Karst. Arch. f. Bergb. u. Hüttenw., III, 1820, 36—66. — v. Dechen, Das Vorkommen der Quecksilbererze in dem Pfälzisch-Saarbrückenschen Kohlengebirge; Karst. Arch. f. Min. etc., XXII, 1848, 375—464, Lit. — Ders., N. Jahrb., 1847, 866—867. — Gümbel, Über die Quecksilbererze in dem Kohlengebirge der Pfalz; Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westph., VII, 1850, 83—118. — Ders., Geologie von Bayern, II, 959—960, 962 bis 963, 977, 980—981. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 166—170, Lit.

Rockenhausen und in der Nähe von Cusel. Sie treten in Trümern und Gängen in mehr oder weniger verhärteten Schiefern, Sandsteinen, Hornsteinen des Rotliegenden, seltener des oberen Steinkohlengebirges, in der Nähe von Melaphyr oder Porphyr auf, oder sie bilden Imprägnationen und Trümernetze in Sandsteinen und Porphyr. Auf den Gängen ist der Zinnober eingebettet in Letten; als Gangarten sind untergeordnet Quarz (Hornstein, Chalcedon und Eisenkiesel), Eisenspat, Kalkspat, Schwerspat und selten Flußspat; als begleitende Erze fanden sich besonders Eisenkies und Markasit, Braun- und Roteisenerz, Pyrolusit, Psilomelan, Bleiglanz, Antimonglanz und Fahlerz. Bemerkenswert ist das Vorkommen von Asphalt auf den Lagerstätten. Auch Erdöl tritt auf. Neben dem Zinnober brachen ferner ein: Quecksilber, Amalgam, Quecksilberhornerz, Metacinnabarit, und vereinzelt ist auch Quecksilberfahlerz vorgekommen. Die Zahl der Quecksilbervorkommnisse in der Pfalz war eine große. Am Forstberg bei Münsterappel imprägnierte der Zinnober Sandstein des unteren Rotliegenden und kam auf Schichtklüften desselben vor. Schon in der älteren Literatur werden die von Zinnober überzogenen Münsterappeler Fischabdrücke erwähnt. Zu Mörsfeld und bei Kirchheim setzten die Gänge und Trümer in einem mehr oder weniger verkieselten Schieferton auf; die Mörsfelder Gruben bestanden schon im Jahre 1403 und haben Mitte des XVIII. Jahrhunders, die Kirchheimer zwischen 1763—1793, recht reiche Erze ergeben. Im Stahlberg waren die Quecksilbererze nach Gümbel z. T. in sehr stark gestörtem und darum recht vielfach wechselndem Gestein, das hauptsächlich als Hornstein, Tonstein und Schieferton bezeichnet wird, scheinbar als Imprägnation an Zerrüttungszonen gebunden. Auf der noch in der Mitte des XIX. Jahrhunderts abgebauten Grube St. Philipp und Erzengel kam Amalgam als feiner Überzug auf Rutschflächen vor. Auch am Spitzenberg bei Kriegsfeld und Tiefental bildeten der umgewandelte Schieferton (Hornfels) und die veränderten Sandsteine (Tonstein) das Nebengestein der Klüfte, desgleichen am Moschellandsberg, wo der Speyerer Gang schöne Amalgamkristalle lieferte und u. a. auch Silber gewonnen wurde. Die Sandsteine und Schiefertone, in welchen am Potzberg der zuletzt noch von 1842—1866 betriebene Bergbau umging, rechnet Gümbel zum Obercarbon; man hat dort um 1790 jährlich 3—4 t Quecksilber gewonnen. Am Königsberg und Lemberg setzten die Lagerstätten in Porphyr auf, während Melaphyr zwar da und dort in unmittelbarer Nähe der Gruben auftritt, aber als Nebengestein der Erze scheinbar nie eine Rolle spielt. Mit der Teufe sind die Lagerstätten stets verarmt, und der Zinnober reichte niemals unter 200 m; die tieferen Baue haben immer höchstens Schwefelkies angetroffen. Es waren deshalb schon um die Mitte des XIX. Jahrhunderts fast alle Pfälzer Quecksilbergruben erlegen.

Spärliche Zinnoberfunde sind in den nordalpinen Spateisensteinen bei Eisenerz, bei Kapellen und Neuberg gemacht worden. Über die unbedeutenden Vorkommnisse von Zinnober auf dem Rotrasten und der Karalpe bei Reichenau in Kärnten hat Gröger[1]) eine kurze Mitteilung gemacht; das Erz scheint an quarzige Einlagerungen in chloritischem Tonschiefer gebunden zu sein.

Die gebirgige Umgebung des Quecksilberbergwerkes von **Idria**[2]) in Krain besteht großenteils aus Triasschichten; ihre geologische Unterlage sind die

[1]) Verh. d. k. k. geol. Reichsanst., 1879, 104—109.

[2]) Das k. k. Quecksilberbergwerk zu Idria in Krain. Zur Erinnerung an die Feier des dreihundertjährigen, ausschließlich staatlichen Besitzes, 1881. — Geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Idria nebst Bildern von den Quecksilber-Lagerstätten in Idria; herausgeg. vom k. k. Ackerbauministerium, redig. von Göbl, Text von Plaminek, 1893; enthält eine ausführliche Zusammenstellung auch der mineralogischen und hüttenmännischen Literatur. — Ferber, Beschreibung des Quecksilber-Bergwerks

paläozoischen schwarzen Gailthaler Schiefer, welche in der nächsten Umgebung der Stadt mehrfach zutage treten, infolge von Überschiebungen in dem Grubengebiete als Hangendes der zinnoberführenden Triasschichten von Bedeutung sind und, weil in ihnen dann manchmal gediegenes Quecksilber vorkommt, von den Bergleuten als Silberschiefer bezeichnet werden. Die nur gelegentlich zinnoberführenden, untertriasischen Werfener Schichten sind als rote Sandsteine und glimmerige Schiefer mit einzelnen dolomitischen Einlagerungen, Seißer Schichten, und als mergelige und kalkige Campiler Schichten, der Muschelkalk als Dolomit und Dolomitbreccien vertreten. Die beiden letzteren spielen neben den mitteltriasischen Wengener Schichten (Horizont der Daonella Lommeli) eine wichtige Rolle für die Erzführung des Gebietes. Die Wengener Schichten bestehen im allgemeinen aus Konglomeraten, Schiefern, Sandsteinen und hornsteinführenden Tuffmergeln; in der Nordwestgrube sind sie in der Fazies sehr bituminöser pflanzenführender Schiefer und Sandsteine, der sog. Skonzaschichten, das hauptsächlichste Muttergestein der Zinnoberimprägnationen und werden deshalb als die Lagerschiefer bezeichnet. Die Cassianer Schichten, Ablagerungen der Kreide und von eocänem Flysch sind nach Koßmat nur außerhalb des Bergbaugebietes verbreitet. Das Vorkommen des Quecksilbers steht mit einer Reihe von kretazeischen Störungen im Zusammenhang. Es sind mehrfach gebogene, NW.—SO. streichende Überschiebungsflächen, welche, wie Fig. 173 zeigt, wiederholt Schollen des Silberschiefers, des Dolomits, der Dolomitbreccie und des Lagerschiefers miteinander in Berührung bringen. Eine größere Anzahl das weitere Gebiet durchsetzender Quer- und Längsverwerfungen hat für die Erzführung keine Bedeutung. Die südlichste Auflagerungsfläche des Silberschiefers auf den Lagerschiefern und -Sandsteinen wird als der Südkontakt, die nördlichste als der Nordkontakt bezeichnet. In der am besten aufgeschlossenen Nordwestgrube unterscheidet man hauptsächlich 4 Lagerschieferzüge, an welche

zu Idria in Mittel-Crayn, 1774. — Huyot, Notice sur la mine et l'usine d'Idria; Ann. d. min. (5), V, 1854, 7—68. — R. Meier, Über den Quecksilberbergbau von Idria; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1868, 122—124. — Tschebull, Der k. k. Quecksilberbergbau zu Idria; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XV, 1867, 349—353, 360—363, 366—368 usw. — Kletzinsky, Idrianer Korallenerz; ebenda XVIII, 1870, 346. — v. Jahn, Über das Idrianer Korallenerz; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1870, 203 bis 204. — Lipold, Erläuterungen zur geologischen Karte der Umgebung von Idria in Krain; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXIV, 1874, 425—456, Lit. — Ders., Das Alter der Idrianer Quecksilberlagerstätte; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1879, 186—189. — Gröger, Zum Vorkommen des Quecksilbererzes; ebenda 1876, 66—70. — Schrauf, Über Metacinnabarit von Idria und dessen Paragenesis; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XLI, 1891, 349—400. — Österr. Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVIII, 1890, 425. — Ders., Aphorismen über Zinnober, z. T. nach Becker; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 10—18. — Janda, Einige Idrianer Mineralien und Gesteine; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XL, 1892, 483—485. — Koßmat, Über die geologischen Verhältnisse des Bergbaugebietes von Idria; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XLIX, 1899, 259—286. Mit Tafeln. — Ders., Die Triasbildungen der Umgebung von Idria und Gereuth; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1898, 86—104. — Genter, The quicksilver mines of Idria; Eng. Min. Journ., LXXVI, 1903, 923—924.



die **Hauptmenge** des Zinnobererzes gebunden ist. Außerdem bestehen Anzeichen, daß **auch** noch im Liegenden des Südkontaktes unter ähnlichen Verhältnissen

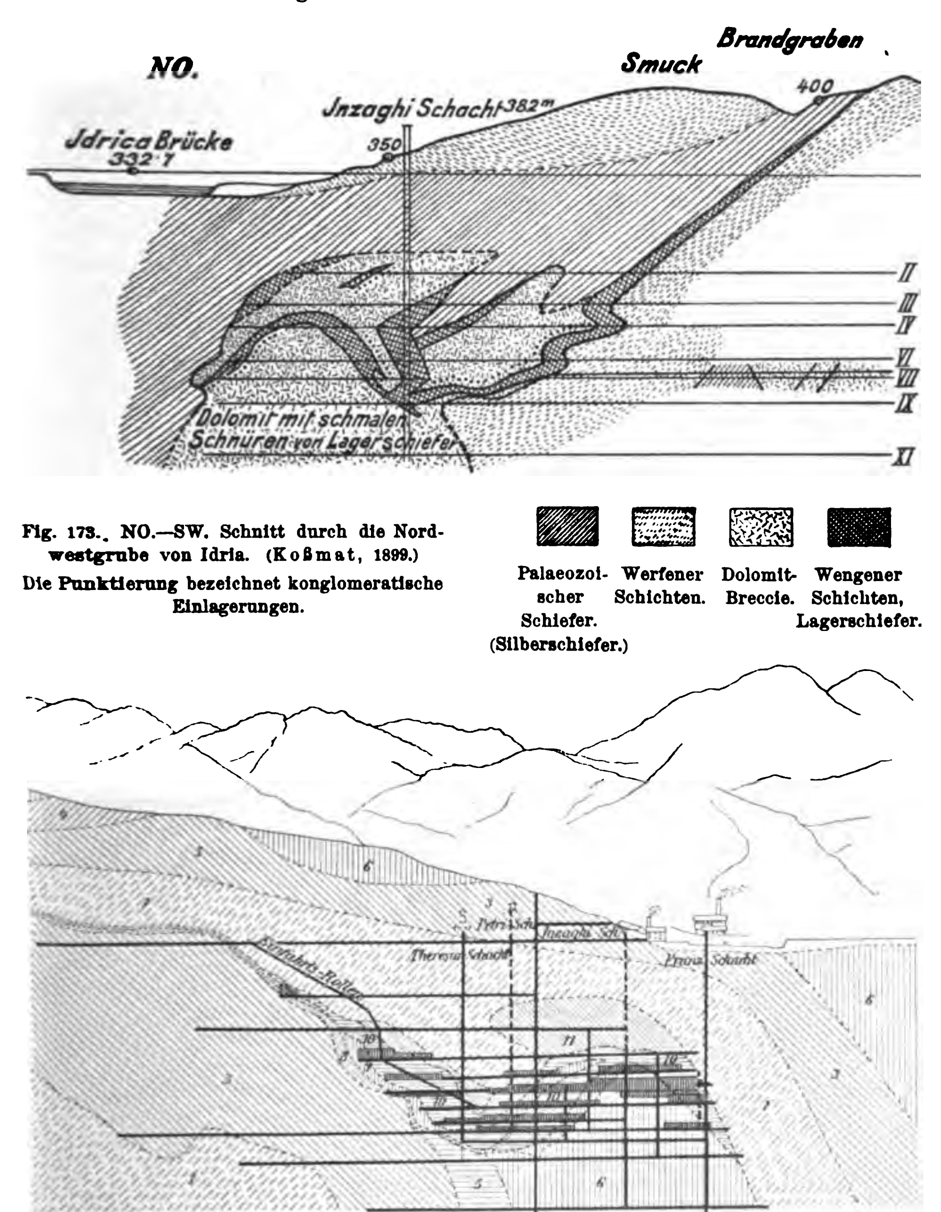


Fig. 173. NO.—SW. Schnitt durch die Nordwestgrube von Idria. (Koßmat, 1899.) Die Punktierung bezeichnet konglomeratische Einlagerungen.

Fig. 174. Die Nordwestgrube zu Idria. (Plaminek, 1893.) Vergleiche Fig. 173.

Erze zu erhoffen sind. Die gegenwärtigen Abbaue erstrecken sich in südöstlicher Richtung über 1200 m weit. Auf der Nordwestgrube enthalten die

Lagerschiefer die reichsten, allerdings sehr ungleichmäßigen Imprägnationen mit Zinnober; „die reichsten Erze brechen in sehr bitumenreichen, milden, schwarzen Schiefern ein, und zwar teils in meist unregelmäßigen Butzen, Nieren, Trümern und Nestern, teils in linsenförmigen Massen zwischen den Schichtungs- und Kluftflächen; da wo die Skonzaschiefer mit den Gailthaler Schichten direkt in Kontakt treten, führen sie auch gediegen Quecksilber“. (Plaminek.) Die Mächtigkeit der Lagerschiefer beträgt höchstens 20 m. In den Dolomiten kommt der Zinnober kristallinisch, als Ausfüllung und als Anflug in Rissen und Klüften und in derben Nestern vor. Im Lagerschiefer unterscheidet man das metallartig graue, dichte, nur mit Idrialin (einem Kohlenwasserstoff, $C_{40}H_{28}O$) gemengte Stahlerz mit bis zu 75 % Hg, das unreinere braunschwarze Quecksilberlebererz, das noch mehr mit Kohlenwasserstoff vermengte, brennbare Quecksilberbranderz, das Korallenerz, das Brachiopodenschalen (z. B. Discina) umschließt

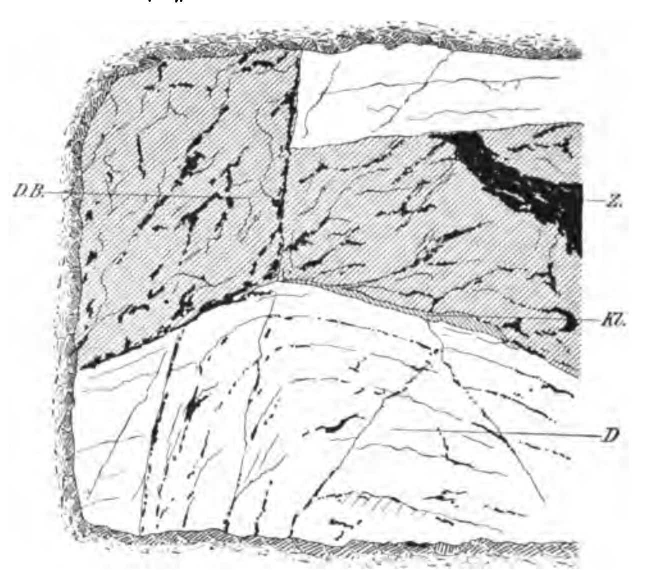


Fig. 175. Aus der Südostgrube zu Idria. *D* Dolomit, *DB* Dolomitbreccie, *Kl* Kluft, *Z* Zinnober. (Nach Synek.)

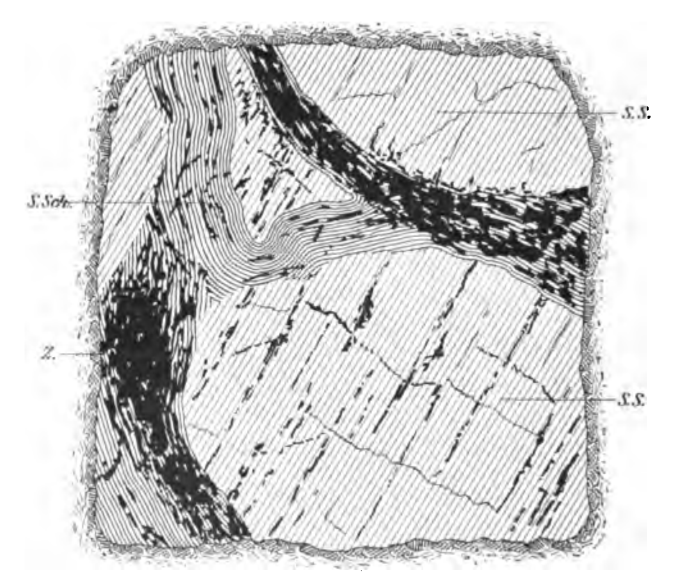


Fig. 176. Aus der Nordwestgrube zu Idria. *SS* Skonzasandstein, *SSch* Skonzaschiefer (Lagerschiefer), *Z* Zinnober. (Nach Sternberger.)

und deshalb merklich phosphorsäure- und fluorhaltig ist, und endlich den reinen Zinnober. In der Südostgrube treten die Lagerschiefer bis auf ganz schmale Streifen zurück, und für die Erzführung kommt dort hauptsächlich und fast ausschließlich der Dolomit in Betracht. Das Erz ist bald an edle bis 1 m mächtige, teilweise mit Gesteinstrümern erfüllte Gangklüfte, bald an Imprägnationen in der Breccie gebunden. Der Zinnober wird stellenweise auch von Metacinnabarit begleitet. Unter Ziegelerz versteht man zu Idria sehr fein zerriebenen, sandigen, mit Zinnober gemengten Dolomit. Im Silberschiefer kommen mitunter mit Quecksilber imprägnierte Schwefelkiesknollen vor. Im übrigen ist die Mineralführung der Idrianer Lagerstätten eine einfache; es finden sich außer den genannten Erzen Schwerspat, Kalkspat, Dolomit, Quarz, Pyrit, Steinmark (Tuësit), seltener Fluß- und Braunspat, sowie allerlei sekundäre Sulfate; für Idria sehr charakteristisch ist das Vorkommen von bituminösen Substanzen wie Idrialin, der gewöhnlich das Lebererz begleitet, und von Anthrazit. Man hat die Idrianer Zinnoberlagerstätten früher wohl auch als schichtige Lagerstätten bezeichnen wollen. Dieser Auffassung ist aber schon Lipold (Festschrift 1881) mit Nachdruck entgegengetreten, indem er sie für das Ergebnis einer nach der Eocänzeit von unten her erfolgten Infiltration erklärte. Schrauf unterscheidet zwischen einer älteren, lagerartigen Imprägnation besonders des Skonzaschiefers und jüngeren Ansiedelungen des Zinnobers auf den Klüften des Dolomits, teils durch Dämpfe, teils auf wässerigem Wege.

Die Entdeckung des Zinnobers zu Idria fand um 1490 statt. Im Jahre 1580 ging der Bergbau in landesfürstlichen Besitz über, ist seitdem staatlich und hat besonders seit 1867 einen solchen Aufschwung genommen, daß er zu den einträglichsten Betrieben Österreichs zählt. Die Produktion betrug in den letzten 10 Jahren jährlich etwa 520 t, Idria ist also nächst Almadén der wichtigste europäische Quecksilberdistrikt.

Das bis vor wenig Jahren abgebaute Zinnobervorkommen von **Littai** in Krain ist an Bleiglanzgänge gebunden und deshalb schon früher (S. 792) beschrieben worden.

Wegen einer Anzahl unbedeutender weiterer Quecksilbervorkommnisse im südlichen Österreich (St. Anna bei Neumarktl, wo im Jahre 1902 noch 4,6 t Quecksilber gewonnen wurden, Gratwein, Rein und Dalmatien) sei auf die Literatur verwiesen.[1]) Eine größere Wichtigkeit besitzt nur die Lagerstätte von

[1]) Lipold, Quecksilberbergbau im Pototschnigg-Graben nächst St. Anna im Loibelthale in Oberkrain; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., III, 1855, 364—366. — Ders., Beschreibung einiger Quecksilber-Erzvorkommen in Kärnten und Krain (Buchholzgraben, Kerschdorf, Radmannsdorf, St. Anna); ebenda XXII, 1874, 302—303, 309 bis 310, 317—318. — Rochata, Der Quecksilberbergbau im Buchholzgraben bei Paternion; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXVIII, 1878, 329—331. — Pichler, Über die geologischen Verhältnisse des St. Anna- oder Loibelthales bei Neumarktel in Krain; Ztschr. d. Berg- u. Hüttenm. Ver. f. Steierm. u. Kärnth., XIII, 1881, 63. — Moser, Bericht über den Stand des Quecksilberbergbaues im Wippachthale in Innerkrain; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1893, 238—239. — François, Gisement de cinabre de Gratwein-Eisbach, près Gratz., Rev. universelle d. min., XXXII, 1895, 248—252. — Über das Quecksilbervorkommen bei Gratwein; Ztschr. f. pr. Geol.,



Sagron (gewöhnlich **Vallalta** genannt),[1]) auf der Grenze zwischen Tirol und Venetien, 3 Stunden SW. von Agordo im Bereich des in den Cordevole mündenden Mißflusses. Sie setzt in dem vielfach gestörten Grundgebirge auf, das von dem permischen Verrucano, den Quarzporphyrdecken und weiterhin von den Triasschichten des mächtigen Dolomitgebirges überlagert wird. Über die eigentliche Natur des Nebengesteins der Lagerstätte gehen die Angaben auseinander. Nach Rzehak handelt es sich um eine Folge von Phylliten, „Talkschiefer" und „Porphyrtuffen" und eine Masse von Verrucano, d. i. hier ein Agglomerat von gerundeten Quarz- und eckigen Phyllitstücken, welche zwischen letzteren und die beiden ersteren eingekeilt ist. Der „Porphyrtuff" ist ein sehr stark mechanisch und chemisch verändertes, bald sandstein-, bald breccienartiges Gestein von polygener Zusammensetzung, seine eigentliche Natur ist nicht ganz zweifellos. Zum Teil mögen diese von vom Rath als Porphyr und Porphyrsandstein bezeichneten Gesteine Reibungsprodukte sein. Gips tritt besonders in Schnüren und Adern in den Schiefern und in dem „Porphyrtuff" auf, der auch fein verteilten Pyrit enthält. Bemerkenswert ist das scheinbar wiederholte Vorkommen eines schwarzen graphitischen Schiefers, der wohl ein in die Lagerstätte eingefaltetes, nach Art der sogen. Ganggesteine entstandenes jüngeres Gebilde sein dürfte (Rzehak). Im Kontakt mit einer Einlagerung des letzteren fand sich der Hauptzinnoberreichtum von Vallalta, ein Erzstock, den vom Rath folgendermaßen beschreibt: „Der Erzstock wird gebildet durch ein Konglomerat mit talkiger Grundmasse, welche gerundete Körner von Gips, Kalkspat und auch Quarz umschließt. Zinnober in kleinen Körnern und Trümern erfüllt das Gestein. Während das geschilderte, den Erzstock bildende Gestein 0,2—1 % Quecksilber enthält, so nimmt an einzelnen Stellen die Zinnober-Imprägnation dergestalt zu, daß derber Zinnober die vorherrschende Grundmasse bildet und darin Gips-Kalkspat-Quarzkörner, sowie viele Blättchen von Magnesiaglimmer liegen. Für eine solche zinnoberreiche Abänderung des „Amasso metallifero" fand ich das spezifische Gewicht 4,150, woraus man auf einen Quecksilber-Gehalt von ungefähr 24 % schließen kann. Der Amasso wird außerdem von zahlreichen, unregelmäßig verlaufenden derben Zinnobergängen und Schnüren durchsetzt, in deren Begleitung auch Gipsschnüre auftreten. Kleine Kristalle von Eisenkies liegen oft in großer Zahl im derben Zinnober." Der Erzstock war teilweise umhüllt von Graphitschiefer, hatte eiförmige Gestalt und eine Mächtigkeit von 29 m. Indessen sind die Zinnoberimprägnationen sehr viel weiter, stellenweise bis auf 200 m hin verfolgt worden. Außer wenig gediegenem Quecksilber kommt mit dem Zinnober nur der vorhin erwähnte Pyrit vor. Der Gehalt des Erzes

---

1895, 388. — v. Hauer, Das Quecksilbervorkommen von Gagliano bei Cividale in der Provinz Udine; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VI, 1855, 810—814. — Teller, Ein zinnoberführender Horizont in den Silur-Ablagerungen der Karawanken; Verh. k. k. geol. Reichsanst., XXXVI, 1886, 285—293. — Frech, Die karnischen Alpen, 159, nach E. Sueß. — Niesner, Über ein Quecksilbervorkommen in Spič (Dalmatien); Bányászati és Kohászati Lapok, XXXV, 1902, 505—507, 551; Ref. Ztschr. f. Kristallogr., XL, 1905, 503.

[1]) Trinker, Die Entstehung und der erste Aufschwung der Quecksilber-Grube Vallalta bei Agordo; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., IX, 1858, 442—444. — Stapff, Über das Vorkommen von Quecksilbererzen zu Vallalta in den Venetianer Alpen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 419—421. — vom Rath, Über die Quecksilber-Grube Vallalta in den Venetianischen Alpen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVI, 1864, 121 bis 135. — de Manzoni, Note sullo stabilimento montanistico di Vallalta, Venedig 1871, zitiert von Rzehak. — Rzehak, Die Zinnoberlagerstätte von Vallalta-Sagron; Ztschr. f. prakt. Geol., 1905, 325—330.

schwankte zwischen 0,2 und 75% Quecksilber, betrug aber im Mittel nur 0,75%. Die erste, bis 1870 dauernde Betriebsperiode datierte von 1852, die jährliche Produktion an Quecksilber betrug meist mehr als 20 t.

Bis ins Jahr 1872 wurde Zinnober in den beiden benachbarten, durch das Ompolytal getrennten Bergen **Dumbrava** und **Baboja** bei Zalatna[1]) in Siebenbürgen gewonnen. Das Erz tritt in Klüften und als Imprägnation in 15—50° geneigten Sandsteinen, Schiefern und Schiefertonen des Karpathensandsteins auf und ist sehr ungleichmäßig verteilt. Am Dumbravaberg, wo die abgebaute Imprägnationszone 625 m lang, 120 m breit und 300 m mächtig gewesen sein soll, waren die Erze besonders anhaltend im Sandstein, wo dieser an den Schiefer grenzt. Ein anderes benachbartes Quecksilbervorkommen ist das im Dobrodberge.

Ein in den letzten Jahren wichtiger gewordener Quecksilberdistrikt liegt am **Monte Amiata**[2]) im südlichen Toskana. Die Lagerstätten sind an ver-

---

[1]) Gesell, Die montangeologischen Verhältnisse der Zinnoberbergbaue von Dumbrava und Baboja bei Zalatna; Jahresb. k. ung. geol. Anst. für 1895 (1898), 101; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 398—399. — v. Born, Briefe über mineralogische Gegenstände auf seiner Reise durch das Temeswarer Bannat, Siebenbürgen, Ober- und Nieder-Hungarn geschr. an Joh. Jac. Ferber, 1774, 117.

[2]) Cailloux, Sopra alcune miniere di cinabro della Toscana, Bologna 1850, zitiert von d'Achiardi. — A. d'Achiardi, Miniere di mercurio in Toscana; Atti dell. Soc. Tosc. d. scienz. nat., III, 1877, fasc. 1. — vom Rath, Naturwissenschaftliche Studien, 1879, 293. — Petiton, Note sur la mine de mercure du Siele; Ann. d. min. (7), XVII, 1880, 35—52. — Primat, Note sur les gîtes de mercure du Monte Amiata; ebenda (8), XIV, 1888, 95—130. — Haupt, Über die Quecksilbererze in Toscana und über den darauf betriebenen Bergbau in alter und neuer Zeit; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLIII, 1884, 423—425, 435—438, 448—449, 472—475, 481—484, 495—499. — Williams, Über den Monte Amiata in Toscana und seine Gesteine; N. Jahrb., V. Beil.-Bd., 1887, 381—450. — de Ferrari, Le miniere di mercurio del Monte Amiata; App. Rivist. miner., 1890. — Rosenlecher, Die Quecksilbergruben Toscanas; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 337—353. — Ders., Quecksilbervorkommen und -Gewinnung in Toscana; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 119—122, 163—166, 197—200, 305—308, 339 bis 341, 373—376, 423—426, 447—450. — Novarese, Die Quecksilbergruben des Monte Amiatagebietes in Toscana; ebenda 1895, 60—64. — Spirek, Die Zinnobererzvorkommen am Monte Amiata; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 369—374. — Ders., La formazione cinabrifera del Monte Amiata; Rass. miner., VII, 1898, No. 18. — Ders., Das Quecksilberhüttenwesen in Italien; Leob. Jahrb., XLVIII, 1900, 191—218. — Ders., Das Zinnobervorkommen am Monte Amiata, Toskana; Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 297—299. — Ders., La formazione cinabrifera del Monte Amiata; Rass. miner., XVIII, 1903, No. 6. — Ders., Le gisement de cinabre du Monte Amiata; Congr. intern. d. mines etc., Liège 1905; Sect. d. l. géol. appliquée. — Lotti, Il campo cinabrifero dell'Abbadia di San Salvatore nel Monte Amiata; Rass. min., VII, 1898, No. 11; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 258. — Ders., Condizioni geologiche e genesi del giacimento cinabrifero di Cortevecchia nel M. Amiata; Rass. miner., XVII, 1902, No. 10. — Ders., Sulla probabile esistenza die un giacimento cinabrifero nei calcari liasici presso Abbadia S. Salvatore (Monte Amiata); ebenda XVI, 1902, No. 11, aus dem Boll. R. Com. geol., XXXII, No. 3. — Kloos, Zinnoberführende Trachyttuffe vom Monte Amiata im südlichen Toscana; Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 158—163. — Reisenotizen von Bergeat (1904). — Dausch, Geologisch-bergmännische Verhältnisse der Quecksilberlagerstätte zu Abbadia San Salvatore am Monte Amiata, 1905; Manuskript im Archiv der Clausthaler Berg-



schiedenartige, besonders aber an eocäne Ablagerungen gebunden und folgen sich in einer SN. verlaufenden Zone von Saturnia an der Albegna, Selvena und Montebuono im Fioratal über Siele bis nach Abbadia San Salvatore und Bagni S. Filippo, beide östlich bezw. nordöstlich des Amiatagipfels und diesem benachbart. Dieser 1734 m hohe, die ganze Umgebung beherrschende aussichtsreiche Berg besteht in seinem oberen Teile aus Hypersthentrachyt; das gleiche Gestein reicht bis zu Höhen von unter 600 m, im allgemeinen bis zu ungefähr 800 m herab und bedeckt scheinbar an den tieferen Stellen nur als eine mehr oder weniger mächtige, teilweise in Blöcke aufgelöste Decke einen Kern von sedimentärem Gebirge, dessen obere Grenze für die Umgebung des Berges einen sehr wichtigen Wasserhorizont darstellt. Als Nebengestein der Quecksilbererze ist dieser Trachyt bedeutungslos, die Lagerstätten liegen zudem meistens in größerer Entfernung außerhalb seines Bereiches.

Als zinnoberführende Gesteine sind vorzugsweise tonige Kalksteine verschiedener Horizonte von Bedeutung. Nach Lotti folgen sich in dem Distrikte:

Unterer Lias: 1. Graue oder weiße Kalke.
Mittlerer „ : 2. Hellgraue, kieselige Kalke.
Oberer „ : 3. Grüne, violette oder gelbliche Kieselschiefer.
4. Blätterige, weiße Schiefer mit dünnen Kalklagen, graue Kalke mit Posidonia Bronni, gelbliche Tonschiefer.
5. Wenig mächtige bunte Schiefer; fehlen mitunter.
Senon: 6. Rote, manganführende Kieselschiefer und graue oder violette Tonschiefer.
7. Rote Schiefer und sehr tonige Kalke.
8. Tonschiefer, rote und graue Fucoidenkalke, Kalkbreccien, manganreiche Schiefer; Grenzhorizont zwischen Senon und Eocän.
Eocän: 9. Grobbankiger Nummuliten-Kalk, wechsellagernd mit grauen und rötlichen, tonigen Schichten. Vertritt stellenweise 10.
10. Kalkig-sandige Schichten, überlagern stellenweise auch 11.
11. Tonschiefer (galestro) und tonige Kalke (alberesi), stellenweise mit Einlagerungen von Serpentin.
Pliocän: 12. Bis in bedeutende Höhen ansteigende marine Tone usw.

Die für das Auftreten der Zinnoberlagerstätten in Betracht kommenden Horizonte sind hervorgehoben.

Spirek erklärt die Bedeutung gerade der tonigen Kalkschichten für den Absatz des Erzes folgendermaßen. Lösungen von Quecksilbersulfat, die nach ihm in letzter Linie zu der Intrusion der Serpentine in genetischen Beziehungen stehen, bilden sich neben Polysulfiden wie Na_2S_3, CaS_3, CaS_5; diese allein besitzen die Eigenschaft, rotes Quecksilbersulfid, Zinnober, auszufällen. Da aber die dabei wohl entstehenden Monosulfide, wie CaS, mit HgS lösliche Doppelsalze bilden konnten, so bedurfte es zur Erhaltung des gebildeten Zinnobers eines

akademie. — Über die Entwickelung des Quecksilberbergbaues von Toskana geben die letzten Jahrgänge der Rivista del Servizio minerario (Distretto di Firenze, bearb. von Toso) Aufschluß.

Schutzmittels, das in dem in den Lösungen suspendierten Tone bestand, welcher aus dem Kalksteine frei wurde, nachdem dieser in Säuren, besonders in Schwefelsäure, sich aufgelöst und diese neutralisiert hatte. Die Folge solcher Prozesse war die Entstehung von mitunter sehr viel Gips und von Schwefel, der das Erz begleiten kann; die aus dem Kalkstein frei werdende Kohlensäure löste weiteren Kalk auf und führte hier zur Erweiterung der entstandenen Höhlen und Spalten, an anderen Stellen zum Absatz von sekundärem Kalkspat in Klüften. Der Zinnober ist in sandförmigem Zustande mit dem Ton vermengt und vermag wegen seiner großen Schwere abwärts zu sinken und sich zu reicheren Massen zusammenzuhäufen. Spirek nimmt sogar an, daß die unterirdisch zirkulierenden Wässer das fertige Mineral in ursprünglich zinnoberfreie Spalten transportieren und z. B. in sich bildende Kalkspatadern verschleppen können. Die Oxydation des Markasites führt jetzt noch zur Entstehung von Kohlensäure, und die in den Kalksteinen anwesenden bituminösen Substanzen und andere Kohlenwasserstoffe, welche z. B. im Jahre 1895 eine Grubengasexplosion verursachten, wirken reduzierend auf den Gips ein, indem dabei zunächst Schwefelwasserstoff entsteht. Es sind deshalb nicht nur in den Gruben, sondern auch am Tage verschiedentlich Gasexhalationen verbreitet, die in der Gegend als „putizze“ bekannt sind. Da und dort findet sich der Zinnober als Sand und in Stücken auf sekundärer Lagerstätte.

Zu Cortevecchia hat man die Zinnoberlagerstätten sowohl in den mergelig-kalkigen oder sandig-kalkigen Bänken über dem Nummulitenkalk, wie unter ihm in den mergelig-kalkigen Ablagerungen an der Grenze zwischen Senon und Eocän angetroffen. Zu Cornacchino, südlich von Siele und von diesem durch die Nummulitenkalkmasse des Monte la Penna bei Castellazzara getrennt, gehört die Zinnoberlagerstätte in der Hauptsache den nur wenig geneigten, etwa 20 m mächtigen Liaskalken an, welche von bunten, senonischen Tonschiefern überlagert und von weißen bis grauen, sehr zerrütteten und durchlässigen, liasischen Kieselschiefern unterlagert werden. Nach Spirek hat die Erzansiedelung zunächst im Kalkstein stattgefunden, durch mechanischen Transport ist der Zinnober dann durch den Kieselschiefer verteilt worden. Zu Cornacchino findet sich auch etwas Antimonit und neben Gips etwas derber Schwefel. Zu Montebuono ist der Nummulitenkalk in unregelmäßig gestalteten Höhlen von über 30 m Tiefe ausgelaugt, welche durch den Nachsturz des darüberliegenden zerbröckelten Kalksandsteines ausgefüllt sind. Diese entkalkte, sandige Ausfüllung ist sehr ungleichmäßig zinnoberführend (nach Spirek 0,2—0,6 $^0/_0$ Hg). Auch spaltenförmige Hohlräume in dem Nummulitenkalk sind mit dem erzhaltigen Sande ausgefüllt, die Hohlraumswände bis zur Tiefe von 1—10 cm zermürbt und von einer gips- und zinnoberführenden, eisenschüssigen Kruste bedeckt.

Die besonders früher sehr ergiebige Lagerstätte von Siele, südlich vom Amiata, ist an zwei mächtige, unregelmäßige Einlagerungen von weißem Kalkstein im Tonschiefer gebunden, welche oberhalb 120 m Teufe unter 50° einfallen, sich dann scheinbar vereinigen und steiler in die Tiefe setzen. Sie sind schwach magnesiumhaltig, die untere enthält über 28 $^0/_0$ tonige Beimengungen. Die erzführenden Lösungen haben in einem verzweigten System von Klüften ihren Weg durch die Kalkbänke gefunden und den Zinnober in tonerfüllten, schlauch- oder säulenförmigen Massen zum Absatz gebracht (Fig. 177 u. 178). Der letztere ist mitunter zu recht reichen Massen konzentriert, gewöhnlich aber mit mehr

oder weniger Ton innig gemengt und das Erz dann unscheinbar, oder er tritt mit Markasit in Kalkspatadern auf. Wo die Schläuche sich in der Tiefe vereinigen, erreicht die Lagerstätte eine Breite von 40 m. In den siebziger Jahren hatte Siele besonders reiche Anbrüche. Es produziert jetzt ungefähr 80 t Quecksilber. Ähnlich wie hier sind die Verhältnisse des neuerdings wieder erschlossenen Vorkommens von Solforate, unweit Siele, doch tritt hier das Erz auch mit Kalkspat und Markasit in Klüften des Tonschiefers auf.

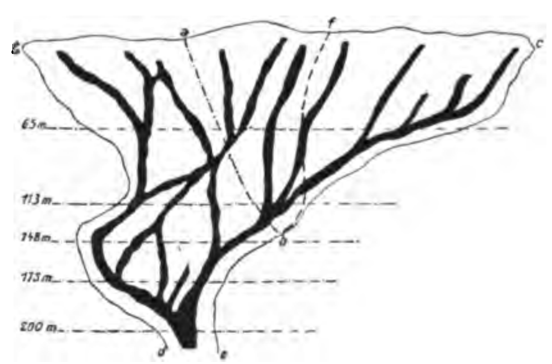


Fig. 177. Flacher Riß der Lagerstätte von Siele. *abc* Hangende Kalkbank, *debfg* liegende Kalkbank mit den Erzschläuchen. Beide vereinigen sich in der Teufe, wie Fig. 178 zeigt. (Spirek, 1897.)

Bei Abbadia San Salvatore findet sich Zinnober auf dreierlei Weise: erstens in eocänen, untergeordnet auch in liasischen, in Ton umgewandelten Kalksteinen im Kontakte mit Trachyt, zweitens in quartären Ablagerungen, die sich in Oberflächenmulden über allerlei Gebirgsschutt, über Trachytsanden und Tonen angesammelt haben, großenteils aus blätterigem Lignit mit den Resten rezenter Pflanzen bestehen und mit Kaolin, Ton und mit Trachytblöcken bedeckt sind, endlich drittens in rezenten Bachläufen, wo sich angeschwemmtes Zinnobermehl manchmal in solcher Menge zwischen faulenden Blättern findet, daß man daran gedacht hat, es zu gewinnen. Das Vorkommen des Zinnobers zwischen den Schichten des Lignits läßt eine Verwertung desselben zu, wenn der letztere bei der Verhüttung als Brennmaterial benutzt wird. Am wichtigsten ist die Lagerstätte im Kalkstein. Dieser wird von einer vom Monte Amiata flach abfallenden, 40—50 m mächtigen Trachytlage bedeckt und zeigt selbst eine schwache Neigung im Sinne des Bergabhanges, so daß die zinnoberführende Zone trotz einer geringen Mächtigkeit von nur 10 m eine große Breite besitzt. Die Lagerstätte besteht meistens aus einem grauen oder braunen, an Rutschflächen reichen Ton, der in einer Bänderung oder dadurch, daß in ihm noch mehr oder weniger unveränderte Kalkbänke erhalten sind, seine Abstammung von einem jetzt großenteils weg-

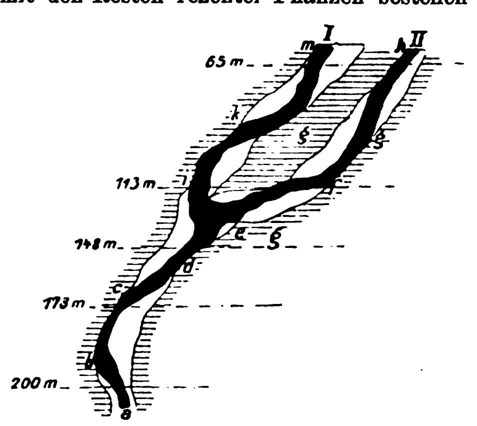


Fig. 178. Querschnitt durch die Lagerstätte von Siele. Zeigt die beiden nach unten sich vereinigenden Kalkbänke mit den darin liegenden Erzschläuchen. (Spirek, 1897.)

gelaugten Kalkgebirge erkennen läßt. Die Tonlagen sind intensiv durcheinander geknetet; der Zinnober erscheint darin in lebhaft gefärbten Einsprengungen oder in sandiger Beschaffenheit, mitunter aber auch in sehr reichen Knollen oder samt Kalkspat in konzentrisch gebauten, im Durchschnitt an Kokardenerze erinnernden Konkretionen. Markasit ist spärlich vorhanden, der Gips scheint großenteils ausgelaugt zu sein. Die in dem Ton erhaltenen Kalksteinreste führen auf Kalkspatklüften gelegentlich etwas Zinnober und werden von ihm umhüllt, in geringer Menge kommt dieser auch auf Spalten im hangenden Trachyt vor. Letzterer ist längs Klüften intensiv in kaolinisch-kieselige Massen umgewandelt. Das Liegende der Lagerstätte bildet der mehr oder weniger unveränderte, erzleere oder -arme Kalk. In der Grube entspringt eine kohlensaure Therme von 30°, wie auch sonst in der Umgebung von Abbadia Mineralquellen bekannt sind, intensive Kohlensäureexhalationen machen stellenweise den Betrieb in der Grube unmöglich. Die Lagerstätte von Abbadia ist 200 m im Streichen und ebensoweit im Einfallen aufgeschlossen und enthält durchschnittlich 0,85% Quecksilber. Nach Osten zu ist die Lagerstätte längs mehrerer Verwerfungen um mindestens 60 m abgesunken. Unabhängig von dem Zinnobervorkommen sind die um den Trachytberg verbreiteten Vorkommnisse von Farberde (terra di Siena) und Kieselgur.[1])

Am Monte Amiata hat schon in prähistorischen Zeiten Zinnoberbergbau am Siele, an den Solforate und bei Abbadia stattgefunden, im XIII. Jahrhundert wird die Grube von Selvena erwähnt, die dann später wieder im XVIII. Jahrhundert in Abbau stand; man hat dort auch einmal auf Quarzantimonitgängen gebaut. Die Siele-Lagerstätte ist im Jahre 1846 entdeckt und in Abbau genommen worden, während der Betrieb der Grube von Abbadia S. Salvatore erst bis in das Jahr 1897 zurückreicht. Für 1872 wird die Quecksilberproduktion Italiens noch mit 55 t angegeben. In den letzten Jahren hat dieselbe stetig zugenommen; im Jahre 1903 förderten 6, z. T. allerdings ganz unbedeutende Betriebe 55000 t Erz, aus denen 312 t Quecksilber gewonnen worden sind.

Bei Jano,[2]) in der Nähe von Volterra, kommt Zinnober in karbonischen Sandsteinen und sandigen, glimmerführenden Schiefern vor. Insbesondere eine ziemlich durchlässige, von undurchlässigen, bituminösen Schiefern unterlagerte Sandsteinschicht ist nach Lotti auf eine Erstreckung von 370 m im Streichen und 160 m im Fallen mit dem Quecksilbererz imprägniert. Die Erzführung soll im Zusammenhang stehen mit einer Verwerfung, durch welche tertiäre Mergel und carbonische Schichten nebeneinander zu liegen kommen. Die Verwerfungskluft führt etwas Zinnober und Pyrit.

Die Quecksilberlagerstätten von Levigliani[3]) bei Seravezza in Toskana sind wohl die am längsten bekannten Italiens. Sie werden schon 1153 genannt. Die herrschenden gelblich-braunen Glimmerschiefer sind in der Nähe des Vorkommens grünlich und talkig. Längs der Schieferungsflächen haben sich zahl-

[1]) Lotti, Kieselgur und Farberden in dem trachytischen Gebiet vom Monte Amiata; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 209—211. — vom Rath, Ein Besuch Radicofanis und des Monte Amiata in Toscana; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVII, 1865, 399 bis 422, bes. 421—422.

[2]) Lotti, Das Zinnober-Vorkommen von Jano bei Volterra in Toscana; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 224. — A. d'Achiardi, l. c. Daselbst noch weitere Angaben über toskanische Zinnobervorkommnisse.

[3]) d'Achiardi, l. c. — Haupt, l. c.



reiche feine Quarzäderchen samt ziemlich spärlichem Zinnober angesiedelt. Letzterer ist, wenn rein, von leuchtend roter Farbe und daher früher als Malerfarbe gesucht gewesen, oder er ist dunkel gefärbt durch Beimengung von Eisen, oder grauschwarz, wenn er nebstdem noch Zink enthält (Guadalcazarit). Gediegen Quecksilber soll früher manchmal in großen Massen vorgekommen sein. Weitere Begleiter des Erzes sind Eisenspat und Pyrit. Zusammen mit Quarz und in ähnlicher Weise wie zu Levigliani tritt Zinnober auch zu Ripa bei Seravezza in einem Glimmerschiefer auf. Die Minen wurden 1838 eröffnet und lieferten damals in fünf Jahren angeblich 20000 Kilo Quecksilber. Der Zinnober kam in schönen Kristallen vor.

Am Berg **Avala**,[1]) 20 km südlich von Belgrad, haben schon die Römer Zinnober gewonnen. Inmitten eines aus Enstatit und Olivin entstandenen Serpentins und dort, wo derselbe gegen (kretazeische?) mergelige Kalksteine grenzt, treten eigentümliche, bis zu 60 m mächtige „Gangmassen" auf, die in recht gleichförmiger Weise aus Hornstein und Quarz bestehen und im frischen Zustande mit Braunspat durchwachsen sind. Diese gleichen Massen enthalten fleck- und streifenweise zusammengehäufte Blättchen von Chromglimmer (Avalit) und Körner von Chromit. Durch Umwandlung des Braunspats ist die „Gangmasse" porös geworden; die Löcher erfüllt alsdann Eisenocker. Auf Trümern innerhalb der Quarzhornsteinmassen findet sich Schwerspat. Gleichfalls auf den durch die Verwitterung des Braunspats entstandenen Löchern und auf den Schwerspattrümern kommt Zinnober, manchmal in schönen, großen Kristallen, vor. Traubes Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Ansiedelung des letzteren mit einer Zerstörung des Baryts Hand in Hand gegangen sein muß, denn kastenförmige, durch Auslaugung von letzterem entstandene Hohlräume im Quarz haben häufig der Ansiedelung des Quecksilbererzes gedient. Manchmal überkrustet Quarz den Zinnober, im übrigen aber ist der letztere jünger als er. Zu erwähnen ist das Auftreten von gediegenem Quecksilber in Begleitung von Calomel, ferner von etwas Millerit, Pyrit und von spärlichem Bleiglanz. Hingegen fehlen bituminöse Substanzen zu Avala vollständig. v. Groddeck, auf dessen ausführliche Beschreibung verwiesen sei, hielt es nicht für unwahrscheinlich, daß die zinnoberführenden Gangmassen unter dem Einflusse derselben heißen Lösungen aus dem Serpentin entstanden seien, welche auch das Quecksilbersulfid förderten. Es bleibt fraglich, ob das Emporsteigen dieser letzteren mit dem Hervorbruch der bei Avala verbreiteten jungeruptiven Gesteine im Zusammenhange steht. Der Bergbau ist wieder aufgelassen worden.

Eine ziemlich ausgedehnte Zinnoberlagerstätte findet sich u. a. nach Antula ferner am Danilov-Vrh bei Brajici, westlich von Milanovac. Der Zinnober kommt mit Quarz im Kontakt zwischen verkieseltem oder dolomitisiertem, löcherigem Kalkstein und Serpentin in den Hohlräumen des ersteren vor.

Die ergiebigsten und ältesten Quecksilbergruben der Welt sind diejenigen bei **Almadén**[2]) in der spanischen Provinz Ciudad Real am Nordabhang der

[1]) v. Groddeck, Über das Vorkommen von Quecksilbererzen am Avala-Berge bei Belgrad in Serbien; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIII, 1885, 112—128. — Traube, Zinnober und Calomel vom Berge Avala bei Belgrad in Serbien; Ztschr. f. Kristallogr., XIV, 1888, 563—572. — von dem Borne, Sitzungsber. naturw. Ver. f. Sachs. u. Thür., 25. I. 1894; Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 467—468. — Vrba, Mineralogische Notizen; Ztschr. f. Kristallogr., XV, 1889, bes. 455—460. — Antula, Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 39—41.

[2]) Hoppensack, Über den Bergbau in Spanien überhaupt und den Quecksilberbergbau zu Almaden insbesondere, 1796. — de Prado, Minas de Almaden, Madrid 1846. — Ders., Bull. Soc. Géol. d. France (2), XII, 1855; danach Ref. N. Jahrb., 1856,



Sierra Morena. Die für den Quecksilberdistrikt wichtigen Gesteine sind vorherrschende devonische Tonschiefer und in ihnen eingelagerte und in sie übergehende Quarzite oder Sandsteine und ganz untergeordnete Kalksteine. Pohlig vergleicht die Sandsteine und Quarzite mit den norddeutschen devonischen Spiriferenschichten und führt eine Reihe teilweise typischer Fossilien aus ihnen an. Wegen ihrer Härte bilden die Quarzite auf den Höhen scharf hervortretende Kämme. Die etwa ONO. streichenden Schichten fallen bei Almadén selbst seiger ein und sind da und dort von Felsit- und Melaphyrgängen durchzogen. Granit, von welchem verschiedene Durchbrüche in der weiteren Umgebung von Almadén bekannt sind, fehlt in dem Minendistrikt selbst. Das Erzvorkommen beschränkt sich fast ganz ausschließlich auf die Imprägnation von Sandsteinschichten innerhalb einer dreieckigen Fläche von ungefähr 75 qkm. Innerhalb dieses Dreieckes liegen die Bergwerke von Almadén, die verlassene Grube Las Cuevas bei Gargantiel und die seit 1860 eingestellten Minen von Almadenejos oder Valdeazogues. Neben den oben bezeichneten Gesteinen tritt innerhalb der die Erzlagerstätte von Almadén umschließenden Schichten eine braune, aus Bruchstücken von Tonschiefer, Kalkstein, Serpentin, Partikeln von Quarz und Feldspat bestehende, undeutlich geschichtete, etwa 50 m mächtige Breccie, die piedra frailesca (d. i. der „Franziskanerstein"), auf. Der sehr feste Sandstein ist nach allen Richtungen von Quarztrümern durchzogen, die etwas kristallisierten Zinnober enthalten; im übrigen ist er das eigentliche Mutter-

469—472. — Willkomm, Die Quecksilberbergwerke zu Almadén in Spanien; Polyt. Centralblatt, XV, 1849, 358—359. — Ezquerra del Bayo, Über Almadén; N. Jahrb., 1851, 675—676. — Bernaldez y Rua Figueroa, Memoria sobre las minas de Almaden y Almadenejos, Madrid 1861. — Klemm, Die Quecksilbergrube von Almaden; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 417—419, 425—428. — Nöggerath, Mitteilungen über die Quecksilberbergwerke zu Almadén und Almadenejos in Spanien nebst einem Überblick der Vorkommnisse von Quecksilber im Allgemeinen; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., X, 1862, 361—392. — Sewell, Geschichtliches über die Quecksilbergruben von Almaden in Spanien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXI, 1872, 465. — Kuß, Les mines et usines d'Almaden; Ann. d. min. (7), XIII, 1878, 39—151. — Ders., Note additionnelle sur la métallurgie du mercure à Almaden; ebenda (7), XV, 1879, 524 bis 528. — Ders., Sur l'état actuel de la mine et de l'usine d'Almaden (Espagne); ebenda (8), XI, 1887, 136—146. — Langer, Beschreibung des Quecksilberwerkes Almaden (nach Kuß); Leob. Jahrb., XXVII, 1879, 1—95. — de Monasterio y Corréa, Notice sur les mines de mercure d'Almaden; Rev. univ. d. min., 1871, Auszug in Ann. d. min. (7), I, 1872, 440—445. — Helmhacker, Über Diabas von Almadén und Melaphyr von Hankock; Tscherm. Mitt., 1877, 13—17. — Caron, Bericht über eine Instruktionsreise nach Spanien im Jahre 1878; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXVIII, 1880, 105 bis 147. — Pohlig, Die Quecksilberlagerstätte von Almadén; Sitzungsber. niederrh. Ges., 1890, 115—116; 1892, 46. — Becker, Sobre la teoria de la sustitucion en Almadén; Act. Soc. españ. de hist. nat. (2), III, Okt. 1904; Ref. Ztschr. f. Kristallogr., XXVIII, 1897, 203. — Navarro, Más sobre la teoria de la sustitucion en Almadén; ebenda, Nov. 1894; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1895, 258. — Calderon y Arana, Rocas eruptivas de Almaden; Anal. Soc. esp. hist. nat., XIII, 1884, 227—258; Ref. N. Jahrb., 1885, II, — 59—60 —.

gestein des Erzes. Nur in ganz untergeordneter und unbauwürdiger Menge tritt dieses auch im Tonschiefer, in der Breccie und im Kalkstein, scheinbar nie dagegen in den eruptiven Gesteinen auf; auch wo Tonschieferbänke in dem erzführenden Sandstein vorkommen, sind sie mehr oder weniger frei von Zinnober. Zu Almadén baut man auf drei 8—10 m mächtigen, erzführenden, in Schiefer eingelagerten Sandsteinmassen, dem San Pietro y San Diego im Süden, dem San Francisco und San Nicolas im Norden. Besonders in dem ersteren, dem hauptsächlichsten der drei Lager ist das Gestein häufig so innig mit Zinnober imprägniert, daß seine ursprüngliche petrographische Beschaffenheit verwischt wird. Vorzugsweise ist es weißer Quarzit, der das Erz führt; im schwarzen Quarzit und in den anderen Gesteinen hat sich der Zinnober in mehr derben Massen und als Anflug nur auf den Schicht- und Schieferungsflächen oder in dünnen Äderchen angesiedelt. Innerhalb des weißen Quarzites der beiden ärmeren Lager folgt die Erzführung im allgemeinen in Lagen und Streifen der Schichtung, springt aber auch wohl plötzlich aus einer Bank in die andere über. Neben den reichen Imprägnationen verliert sich die Erzführung allmählich im tauben Sandstein. Im Mittel beträgt der Quecksilbergehalt der Imprägnationen 7 %, steigt aber bis zu 20 %, nicht selten auch bis zu 60 %, so daß statt des Sandsteins fast ganz derbes Zinnobererz einbricht. Die genannten drei Erzlager sind auf streichende Längen von ungefähr 180 m in Abbau genommen worden; in der Teufe scheinen sie sich zu nähern und gleichzeitig wurde die Erzführung mächtiger.

Der Zinnober wird in geringen Mengen von gediegenem Quecksilber begleitet, das sich wenigstens teilweise durch Zersetzung des ersteren bildet. Es findet sich für sich allein u. a. in dem sonst erzleeren Schiefer, in mürbem Sandstein und sammelt sich in den tiefsten Bauen, in Bohrlöchern usw.; Calomel kam zu Valdeazogues vor; an einzelnen Orten der Gegend wird das Quecksilbererz auch von spärlichen Kupfererzen begleitet. Nach Pohlig trifft man in den Zinnoberlagern auch Pyrit, meist in Kugeln und Knollen, und dolomitisches Eisenkarbonat in kristallinen Nestern und Kristallen an; er erwähnt ferner zinnoberroten Schwerspat in großen Kristallen und dicken Überzügen und gleichfalls durch Zinnober gefärbten Chabasit. Mitunter bildet der Zinnober auch parallelfaserige, kristalline Aggregate auf Gängen, ähnlich wie sonst Gips oder Cölestin. Bituminöse Substanzen sind zu Almadén höchstens untergeordnet anzutreffen, doch spricht Pohlig von einer „schmelzbaren, anthrazitartigen Masse in Pseudomorphosen nach Zinnober“.

Daß das Quecksilbererz erst nachträglich in die Schichten eingewandert ist, steht fest, wie denn auch erwähnt wird, daß die Erzführung plötzlich von einer Schicht in die andere überspringt. Nach C. de Prado hat die Ansiedelung des Zinnobers unter Verdrängung von Quarz stattgefunden; denn wenn man den ersteren aus dem Gestein durch Hitze verflüchtige, so zeige der letztere eine zerfressene Beschaffenheit, ja er zerfalle häufig sogar zu Pulver. Becker bestreitet allerdings diese Annahme, welche übrigens später nochmals durch Navarro verfochten worden ist, der auf Grund von Dünnschliffstudien zu dem Ergebnis kommt, daß das Erz das aus Chalcedon bestehende Bindemittel der Sandkörner teilweise ersetzt haben müsse.

Die Nachrichten vom spanischen Zinnober reichen wahrscheinlich bis in das Jahr 405 v. Chr. zurück; er wurde schon zu Plinius' Zeiten in größeren Mengen nach Rom exportiert. Die Gruben wurden wohl im Mittelalter durch die Mauren (Almadén arab. = das Bergwerk) und dann von den Spaniern betrieben, von 1525—1645 gehörten sie den Fuggern. Die Quecksilberproduktion von Almadén befand sich in den letzten Jahrhunderten andauernd in den Händen des Staates, während der Vertrieb des Metalles seit Jahren durch Rothschild in London geschieht.

Almadén erhielt erst eine große Bedeutung mit der Entdeckung der Silberlagerstätten Amerikas. Die jährliche Produktion zwischen 1564—1624 wird zu 140 t angegeben. Von da an bis 1645 hatten die Fugger alljährlich 184 t Quecksilber und 6900 kg Zinnober an die Krone zu liefern. Die Gesamterzeugung von 1564—1700 betrug nach Kuß 17864 t, von 1700—1875 102316 t. Die höchste Produktion während der letzten 10 Jahre betrug für ganz Spanien im Jahre 1897 1728 t, die niedrigste im Jahre 1901 754 t; an diesen Ziffern ist Asturien (Mieres) nur in verschwindendem Maße beteiligt, sie entsprechen vielmehr fast ganz der Produktion von Almadén, die gegenwärtig wiederum von der nordamerikanischen überholt worden ist.

In der Gegend von **Mieres**,[1]) südlich von Oviedo in Asturien, findet durch mehrere Gruben, von denen eine der wichtigsten die Porvenir ist, seit 1840 ziemlich lebhafter Quecksilberbergbau statt. Der Zinnober tritt in linsen- oder säulenförmigen Anreicherungen, in nieren- oder knollenförmigen Konkretionen oder in einfachen Imprägnationen zumeist in karbonischen Gesteinen auf; bald findet er sich in einer zwischen die oberkarbonischen Schiefer und Quarzite eingelagerten Breccie (zu Pena), bald auf Spalten zwischen Kohlenkalk und Devonsandstein (Pelugano), bald als Imprägnation in Kohlenflözen und den sie begleitenden Konglomeraten, bald imprägniert er verschiedenartige Carbongesteine, wie Kalk, Schiefer oder Sandsteine, und wird von zinkhaltigem Metacinnabarit, gediegen Quecksilber, Realgar, Auripigment und metallischem Arsen begleitet. Die asturische Quecksilberproduktion hat ziemlich stetig zugenommen; sie betrug im Jahre 1900 65,7 t aus über 11000 t Erz und daneben 150 t Arsenerz.

In Rußland hat neuerdings das 1879 entdeckte Quecksilbervorkommen von **Nikitowka**[2]) im Distrikt Bachmut (Donetzbecken) eine große Bedeutung gewonnen. Kuppelförmig aufgefaltete karbonische Sandsteine, Quarzite und Kohlenflözchen werden von Verwerfern durchschnitten, und der Zinnober findet sich sowohl in diesen nester- und trümerweise, als er auch besonders an den

[1]) Klemm, Das Vorkommen und die Gewinnung des Quecksilbers im Norden von Spanien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVI, 1867, 13—15, 34—36. — Köhler, Die Steinkohlenformation in Nordspanien; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, bes. 291. — Dory, Le mercure dans les Asturies; Rev. univ. d. min., XXXII, 1895, 209 bis 245. — Cesaro, Métacinnabarite des Asturies; ebenda 246—247.

[2]) Hiriakoff, Om ett fynd af qvicksilfvermalm i distriktet Bachmut, guvernementet Jekaterinoslaw; Geol. För. Förh., VIII, 1886, 470—472. — Ernst, Das neue russische Quecksilberwerk bei Nikitowka; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVII, 1889, 430. — Ders., Die mineralischen Bodenschätze des Donezgebietes in Rußland, Hannover 1893. — Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 427, nach Kulibin. — Tschernyschew und Lutugin, Le bassin du Donetz; Guide des excursions du VII. Congrès géol. intern., 1897, XVI, 36—45, Lit. — v. Jeremejew, Zinnober, Stiblith und Antimonit von Nikitowka, Valentinit von Nertschinsk; Verh. russ. min. Ges. (2), XXII, 1886, 349; XXIII, 1887, 292; Ref. Ztschr. f. Krist., XIII, 1888, 198. — Material der Clausthaler Sammlung, geschenkt von stud. Schander.

Scharungsstellen der Spalten mit den Schichten in diesen und außerhalb derselben angereichert zu sein pflegt. Begleiter des oft sehr schön kristallisierten Erzes sind Pyrit, Antimonit und Stiblith, auch Bleiglanz wird erwähnt. Der Pyrit kommt auf der Hauptgrube Sophie besonders in einem spitzwinkelig zu den Schichten verlaufenden und sie verwerfenden Brecciengang und in einer unter den zinnoberführenden Schichten liegenden Breccie vor und ist etwas goldhaltig. Der Zinnober wird von viel kristallisiertem Quarz begleitet und auch die von dem Erze imprägnierten Sandsteine erweisen sich unter dem Mikroskope als stark verkieselt. Steinmark ist auf den erzführenden Klüften verbreitet. Der Antimonit wird, wo er in derberen, strahligen Massen auftritt, vom Zinnober durchtrümert; letzterer umwächst auch die Nadeln und strahligen Aggregate des ersteren und bildet nach v. Jeremejew Pseudomorphosen nach ihm. Der Pyrit (und Markasit?) ist bald jünger, bald älter als der Zinnober; bemerkenswert sind Markasitstalaktiten. Eine Rolle bei der Ausfällung des Erzes haben stellenweise Kohlenschmitzen gespielt, die mitunter ganz mit kristallisiertem Zinnober durchwachsen sind. Im übrigen lassen gewisse Breccien deutlich erkennen, daß die Ansiedelung des Erzes darin statthatte, nachdem ganze Partien des Sandsteins unter Hinterlassung von Kaolin weggelaugt worden waren.

Nach d'Achiardi[1]) wird auf der Halbinsel **Kara-Barun** (Prov. Smyrna) ein schwarzer, zwischen Hippuritenkalk und Basalt streichender Tonschiefer von einer eisenschüssigen Quarzbreccie durchsetzt, welche Bruchstücke des Nebengesteins enthält und deren Bindemittel Zinnober umschließt.

Ein weiter Quecksilberdistrikt, vor 30 Jahren der wichtigste der Erde und auch jetzt noch von Bedeutung, zieht sich in **Kalifornien**[2]) über 500 km

---

[1]) Notizie sul giacimento cinabrifero di Kara-Barun nell' Asia Minore; Proc. verb. Soc. Tosc. Scienz. nat., 5./VII. 1903.

[2]) Wilson, On the gold regions of California; Quart. Journ. Geol. Soc., X, 1854, 308—321. — Sieveking, Beiträge zur Kenntnis der Quecksilberindustrie in Californien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 45—46, 57—59, 77—79, 85—87. — Blake, Note sur les gisements de cinabre de la Californie et du Nevada; Bull. Soc. min. d. France, 1878, 81—84; Ref. N. Jahrb., 1879, 604—605. — Rolland, Les gisements de mercure de Californie; Ann. d. mines (7), XIV, 1878, 384—432. — Danach Langer, Die Quecksilbergewinnung in Californien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXVII, 1879, 221—223, 234—236, 243—245, 258—261, 269—271, 282—283, 293—295. — Phillips, A contribution to the history of mineral veins; Quart. Journ. of the Geol. Soc., XXXV, 1879, 390—396. — Christy, Genesis of cinnabar deposits; Am. Journ. of Science (3), XVII, 1879, 453—463. — Le Conte and Rising, Metalliferous vein formation at Sulphur Bank; Eng. and Min. Journ., XXXIV, 1882, 109. — Ausführliche Referate Stelzners über diese Arbeiten finden sich N. Jahrb., 1880, II, —331—336—; 1883, II, —195—197—. — Wagoner, The geology of the quicksilver mines of California; Eng. Min. Journ., XXXIV, 1882, 334. — vom Rath, Sitzungsber. niederrh. Ges., 1885, 311—314. — Ders., Naturwissenschaftliche Studien, 430—434. — G. F. Becker, Summary of the geology of the quicksilver deposits of the Pacific Slope; VII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1885—86, 961—965. — Ders., Geology of the quicksilver deposits of the Pacific Slope; Monogr. U. St. Geol. Surv., XIII, 1888. — Ders., Quicksilver ore deposits; Min. Res. U. St., 1892, 139—168. Danach Schrauf, Aphorismen über Zinnober; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 10—18. — Die letzten Tage von New-

weit ungefähr von Los Angeles (34° 30′) bis zum Clear Lake nördlich von S. Francisco (39°) hin. Die ausführlichste Schilderung dieser Lagerstätten hat G. F. Becker gegeben. Danach besteht der tiefere Untergrund des ganzen Gebiets aus Granit, den großenteils stark metamorphosierte Sedimente und Eruptivgesteine bedecken, welchen tertiäres und unterkretazeisches Alter zugeschrieben wird. Es sind verschiedenartige Sandsteine, augit-, hornblende-, feldspat-, zoisit- und quarzführende Schiefer, die von Becker als Pseudodiabase, Pseudodiorite und gabbroitische Pseudodiabase bezeichnet werden, mitunter granatführende Glaukophanschiefer und Kieselschiefer („Phthanite") und endlich Einlagerungen von Serpentin; stellenweise spielen jungtertiäre Gesteine, wie ganz besonders Andesit und Basalt, eine wichtige Rolle. Die sehr zahlreichen Quecksilberlagerstätten sind an die verschiedenartigsten Nebengesteine gebunden. Nur einige noch jetzt oder früher wichtige sollen hier gekennzeichnet werden.

Der Distrikt von Clear Lake zeigt Andesite und Basalte in weiter Verbreitung; sie bilden Decken und Krater über der Kreide. Boraxseen, Schwefel- und Quecksilbervorkommnisse sind in der Gegend häufig. Das Quecksilbererz tritt im Andesit auf. Das erzführende Gestein ist verkieselt und gebleicht durch die Einwirkung von sauren Dämpfen. Die Zinnobererze von Sulphur Bank im Lake County sind teilweise an eine ungefähr 30 m mächtige Basaltdecke gebunden, welche bis zu 6 m Teufe eine intensive Umwandlung durch vulkanische Dämpfe erfahren hat. Die Oberfläche bilden weiße, pulverige, mit Schwefel imprägnierte Massen; heiße, gashaltige Quellen brechen daraus hervor. Früher gewann man dort Schwefel. In geringer Tiefe fand sich zusammen mit letzterem etwas Zinnober, der sich in größerer Teufe in beträchtlichen Mengen einstellte. Dort wo nahe der Atmosphäre durch Oxydation des Schwefelwasserstoffs der aufsteigenden Quellen das Gestein umgewandelt oder Schwefel abgeschieden wurde, fehlt das Quecksilbererz. Amorphe Kieselsäure und Quarz begleiten den Zinnober, der sich entweder auf den ursprünglichen Klüften des Basalts oder auf den konzentrisch-schaligen Absonderungsflächen des verwitternden Gesteins angesiedelt hat. Der Lavastrom war in einer Breite von etwa 275 m und in einer Länge von 550 m erzführend. Außer in dem Basalt tritt der Zinnober auch als Imprägnation in dem darunterliegenden Sandstein auf und wird dort begleitet von Quarz, Pyrit, Markasit, wenig Calcit und Bitumen. Im Markasit sind Spuren von Gold und Kupfer nachgewiesen worden.

Ähnliche Verhältnisse wie die Sulphur Bank zeigen die nordöstlich vom Borax Lake im Colusa County gelegenen Sulphur Springs; in den rezenten Kieselsinterabsätzen dieser Thermen wurde neben Schwefel und Zinnober auch silberhaltiger Pyrit gefunden, und Phillips erwähnt von dort Zinnober, welcher eine Spaltenwand inkrustierte und seinerseits einen glänzenden Überzug von metallischem Gold getragen haben soll.

Zu Knoxville findet sich der Zinnober auf der Manhattan Mine in dünnen Trümern in hochgradig verkieseltem Neocomsandstein hie und da mit Antimonit,

Almaden (Californien); Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XL, 1892, 138. — Forstner, The quicksilver deposits of California; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 385—386, 426—428.



auf der Reed Mine zusammen mit Pyrit in „opalisiertem“ Sandstein an der Grenze gegen Serpentin; hier wie auf der Redington Grube bestand die Hauptmasse des Erzes aus Metacinnabarit. Zu Redington enthielt es etwas Millerit, Pyrit mit Goldspuren, Markasit, als Gangarten hauptsächlich und in großer Masse dunklen Opal, ferner Quarz, Karbonate und ein dem Idrialin ähnliches Harz. Der obere Teil der Redington Mine stellte eine in Serpentin liegende verkieselte Masse dar, die aus ganz erzreichen und ganz erzarmen Partien bestand. Nach unten zu ging dieser Erzkörper in zwei steil einfallende Gänge über, welche auch ihrerseits das Erz in unregelmäßig linsenförmiger Verteilung enthielten (Fig. 179). Rutschflächen und tonige Massen waren auf diesen Gängen anzutreffen, welche sich bis zur Teufe von 600 Fuß erzführend verfolgen ließen. Die Lagerstätte von Redington hat scheinbar eine große Ähnlichkeit mit derjenigen von Avala. Zu New Idria, etwa 120 km SO. der Monterey Bay, fehlen junge Eruptivgesteine ganz; das Gebiet besteht aus einer ausgedehnten Masse von Serpentin, Tonschiefern, Kieselschiefern und Sandsteinen. Zinnober, Metacinnabarit, Pyrit, Quarz und Bitumen finden sich sowohl in Trümernetzen (Stockwerken), wie als Imprägnationen und auf echten Gängen. Zu New Idria sind Explosionen von ausströmendem (Sumpf?-) Gas vorgekommen.

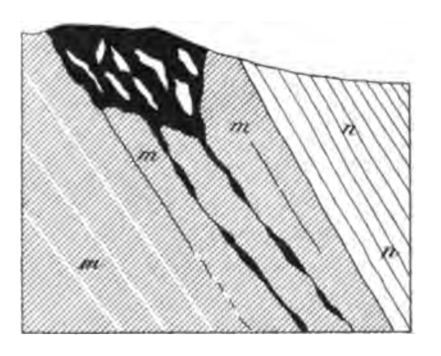


Fig. 179. Profil durch die Redington-Grube. Die erzführenden Zonen sind schwarz. *m* Serpentin, *n* Tonschiefer. (Nach Becker, 1888; Gesteinsbezeichnung nach Forstner.)

Die reichsten Quecksilberlagerstätten von Kalifornien wurden zu New Almaden abgebaut. vom Rath bezeichnet die Gesteine der Umgebung als quarzitische, jaspisähnliche Schichten, als chloritische und talkähnliche Schiefer und Serpentin, die alle außerordentlich stark gestört und gefaltet sind, zwischen denen aber auch fast ganz unveränderte Schiefertone auftreten. „Das Erz erscheint als Imprägnation unregelmäßiger, kolossaler Gesteinskörper („Labores“) von abgeplattet sackähnlicher, in horizontaler oder wenig geneigter Richtung ausgedehnter Form. Die größte bisher gefundene Masse hatte eine Länge von 800 Fuß bei 200 Fuß Breite, 15 Fuß Dicke; der mittlere Quecksilbergehalt derselben wurde zu 1⁰/₀ geschätzt. Von diesen mit Zinnober durchtrümerten Körpern ziehen dann feine Erzadern zu benachbarten Labores und bieten ein Hilfsmittel zu deren Auffindung. Drei Gruppen von Erzkörpern werden unterschieden, die südwestliche oder S. Francisco-Gruppe, die zentrale und die nördliche Gruppe. Die Begrenzung der „Labores“ gegen das Liegende und Hangende ist verschiedenartig; während die untere Grenze höchst unregelmäßig ist, oft keine scharfe Scheidung gegen das taube Gestein sich zeigt, ist das Hangende, die „alta“, scharf und glatt geschieden“ (vom Rath). Die Erze sollen mit Vorliebe an das Liegende der „altas“ gebunden gewesen sein; letzteres sind Zonen von zerriebenem Gestein, welche undurchlässige Einlagerungen bilden, an

denen vielleicht die aufsteigenden Lösungen zurückgehalten worden sind. Nach Forstner sind die Zinnoberlagerstätten von New Almaden einem Serpentinstock unmittelbar benachbart.

Südlich vom Clear Lake liegen die Gruben von Oathill, Great Western und Great Eastern. Zu Oathill setzen die Lagerstätten in Neocomsandstein im Osten und Süden einer großen Basaltmasse auf; sie sind an typische, steil-einfallende, die fast horizontalen Schichten durchschneidende und mit Reibungsprodukten erfüllte Verwerfer gebunden. Von letzteren aus ist das Nebengestein längs der Schichtfugen manchmal bis zu 100 Fuß Länge und etwa 50 Fuß Höhe (sogen. chambers) mit Erzen imprägniert. Die auftretenden Mineralien sind: Quarz, Kalkspat, Bitumen, Zinnober und Pyrit und als große Seltenheit erwähnt Becker auch Baryt. Die Great Western-Grube liegt in der Nähe eines erloschenen Andesit-Vulkans; ein verkieselter Serpentin und Sandstein bilden das Nebengestein der Lagerstätte, welche auf dem Kontakt beider ein plattenförmiges Trümernetzwerk in einer Zerrüttungszone darstellt. Zinnober, wenig gediegen Quecksilber, Pyrit und Quarz sind begleitet von einer als Pošepnit bezeichneten bituminösen Substanz. Die Verhältnisse der Great Eastern stellt Fig. 180 dar; das Erz ist bis zur Tiefe von 450 Fuß nachgewiesen worden. Die unweit Great Western liegende Grube Mirabel Bradford ist erst 1887 eröffnet worden. Das Liegende der Erze bilden Konglomerate, das Hangende Sandsteine; sie treten stockwerkförmig auf, und der Zinnober wird von gediegen Quecksilber, Pyrit, Quarz und Kalkspat, von einem Harze („Napalit") und Schwefel begleitet.

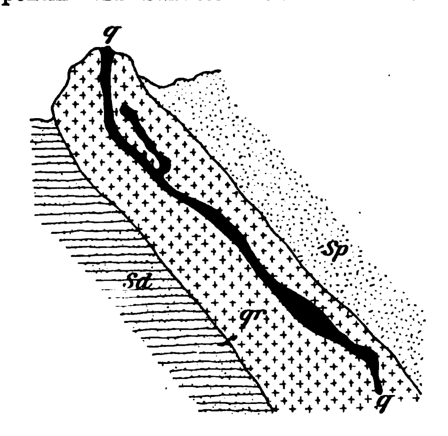


Fig. 180. Profil durch die Great Eastern-Grube. *Sd* Sandstein, *Sp* Serpentin, *q* Reicherz, *qr* verkieselte Zone. (Becker, 1888.)

Becker faßt die Ergebnisse seiner Studien über die kalifornischen Quecksilberlagerstätten folgendermaßen zusammen. Zunächst ergibt sich, daß sie in jedem Gestein auftreten, daß sie letzteres imprägnieren, wenn es porös ist, daß sie in anderen Fällen sich auf feinen Klüften ansiedeln, daß sie aber niemals das Nebengestein verdrängt haben. Des weiteren glaubt Becker annehmen zu dürfen, daß es dieselben Quellen sind, welche den Zinnober abgesetzt haben und welche heute noch bei Sulphur Bank hervorbrechen. Die begleitenden Gase sind dort 8934 Teile Kohlensäure, 23 Schwefelwasserstoff, 794 Sumpfgas und 249 Stickstoff in 10 Litern des Gasgemisches, welches überdies nach Ammoniak riecht. Die Temperatur der Ausströmungen erreicht 80° C. Allerdings führen die in den Schächten der Sulphur Bank aufgefangenen Wässer kein Quecksilber, sondern nur Kieselsäure (0,04 %), Kohlensäure, Schwefelsäure, Chlor, Borsäure (als Borax berechnet 0,2 %), Schwefelwasserstoff, Eisen, Kalk, Magnesia, Natron, Kali, Ammoniak und organische Substanz (0,0005 bis 0,0008 %). Nach Beckers Ansicht kann die Entstehung des Schwefels in den oberen Zonen der Lagerstätte infolge einer Oxydation und die gleichfalls

durch letztere hervorgebrachte Säurebildung in der schwefelwasserstoffhaltigen Lösung in keinen kausalen Zusammenhang mit dem Fehlen des Zinnobers in den höheren Teufen der Sulphur Bank gebracht werden. Vielmehr meint er mit Le Conte und Rising, daß es hauptsächlich die Druck- und Temperaturverhältnisse gewesen seien, welche das Quecksilbersulfid noch unterhalb der Oberfläche zur Ausscheidung gezwungen hätten. Die Entstehung des Schwefels sei ein Vorgang für sich, welcher erst dann statthaben konnte, als die Quellen und Dämpfe überhaupt nur noch so spärlich hervortraten, daß die zur Oxydation des Schwefelwasserstoffes notwendige innige Durchmischung mit dem Sauerstoff der Luft stattzufinden vermochte.

Der kalifornische Quecksilberbergbau besteht seit dem Jahre 1845; schon vorher war den Indianern der Zinnober jener Gegenden bekannt gewesen. Bald beherrschte Kalifornien den Quecksilbermarkt; schon im Jahre 1855 betrug die Produktion ungefähr 1150 t, 1865 gegen 1850 t, im Jahre 1877 die Höchstproduktion 2755 t, an der nicht weniger als 19 Gruben beteiligt waren. Weitaus die wichtigste und bis 1861 die einzige war New Almaden, die schon im Jahre 1865 ein Produktionsmaximum von 1638 t erreichte, seit 1891 aber verhältnismäßig unbedeutend geworden ist. Neuerdings hat die kalifornische Quecksilberindustrie wieder einigen Aufschwung genommen; im Jahre 1903 erzeugte sie ungefähr 1100 t. Der Gesamtwert ihrer Produktion seit 1850 wird auf rund 375 Mill. Mark veranschlagt.

In der Fortsetzung der kalifornischen Quecksilberzone liegt diejenige von **Oregon.**[1]) Zinnober wurde dort schon vor Jahren von Goldsuchern im Jackson County in Goldsanden gefunden und von ihnen zur Deckung ihres Quecksilberbedarfes destilliert. Seit 1901 besteht dort Bergbau auf den primären Lagerstätten. Zinnober findet sich am Little Applegate-Fluß beim Siskiyou-Peak im Jackson County zwischen mürbem Sandstein im Liegenden und einem massigen Serpentin im Hangenden, der von graphitischen und „serpentinähnlichen" Schiefern überlagert wird, und manchmal sind die Erze nach dem Hangenden zu auch hier durch eine „alta", d. h. eine verhältnismäßig dünne Lage von dunklen Zerreibungsprodukten begrenzt. Die wichtigste Quecksilberlagerstätte Oregons dürfte Black Butte am Nordabhange der Calapooia-Berge im Lane County sein. Das Erz der hauptsächlichsten Lagerstätte soll in einer aus vulkanischem Material bestehenden Breccie auf eine Erstreckung von 2200 m zutage anstehen; Serpentine fehlen hier ganz. Zinnober, begleitet von spärlichem gediegen Quecksilber und Metacinnabarit imprägniert die Breccie in ihrer ganzen 120 m betragenden Breite, ist aber besonders längs Klüften zu 2—6 m mächtigen Reicherzmassen konzentriert, welche mitunter 40—70 % Metall ergeben; im allgemeinen ist das Gestein nur mittelmäßig erzführend. Die zinnoberführende Breccie wird als Gang bezeichnet.

In **Texas**[2]) liegen Quecksilberlagerstätten in der Gegend des sogen. „Big Bend" (d. h. die große Krümmung) des Rio Grande, ungefähr 150 km von

---

[1]) Dennis, The quicksilver deposits of Oregon; Eng. Min. Journ., LXXVI, 1903, 539—541. Übersetzung Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXIII, 1904, 274—277.

[2]) Kirk and Malcolmson, A new quicksilver mining district; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 685—686. — Phillips, A new quicksilver field in Brewster County, Tex.; ebenda 160. — Ders., Condition of the quicksilver industry in Brewster County, Texas; ebenda LXXVIII, 1904, 553—554. — Blake, Cinnabar in Texas; Transact. Am. Inst., XXV, 1895, 68—76. — Hill, Bull. No. 4 Univ. Tex. Min. Surv., danach Mineral Industry, XI, 1902, 542 und Ders., Das Vorkommen der texanischen Quecksilbermineralien; Zeitschr. f. Krist., XXXIX, 1904, 1—2. — Moses, Eglestonit, Terlinguaït und Montroydit, neue Quecksilbermineralien von Terlingua in Texas; ebenda 3—13. —



Marfa entfernt im Distrikt Terlingua. Sie sind an stark gestörte kretazeische Kalke und an stellenweise scheinbar kieselig verhärtete, tonig-erdige Schichten gebunden, welche sie imprägnieren. Der Zinnober wird von gediegen Quecksilber, Calomel, Terlinguait (Hg_2ClO), Eglestonit ($Hg_6Cl_3O_2$), Kleinit ($Hg_4Cl_2O_3$) und Montroydit (rhombisches HgO) begleitet; wo er auftritt, ist das Gestein häufig stark mit Eisenoxyd durchsetzt, das möglicherweise von der Verwitterung von Pyrit herstammt, der dort gleichfalls in ziemlicher Menge angetroffen wird. Die Entstehung der Quecksilbererze wird mit dem Durchbruch von Andesiten in Zusammenhang gebracht. Auch an anderen Orten des Big Bend ist Quecksilber verbreitet, so in den Chisos Mountains, 10 km O. von Terlingua, wo ebenfalls jungeruptive Gesteine auftreten und die Erze bituminöse Substanzen enthalten; noch weiter östlich kommt der Zinnober nicht nur in den Kalken und Schiefertonen, sondern auch ganz besonders in einer etwa 60 m mächtigen eruptiven Einlagerung vor, die einstweilen für Rhyolith gehalten wird. Das Roherz enthält 0,25—2 % Quecksilber. Die jährliche Produktion von Texas beträgt ungefähr 175 t.

In Mexiko,[1]) wo von jeher wegen der Silbergewinnung der Bedarf an Quecksilber ein sehr großer war, sind Zinnoberlagerstätten sehr verbreitet; schon Humboldt[1]) nennt solche zu Durasno, San Juan de la Chica, Rincon del Centeno und del Gigante als die wichtigsten. Man hat fast in jedem Staate das Erz nachgewiesen, aber niemals hat die Produktion den Bedarf gedeckt. Einige besser bekannte Vorkommnisse sollen nachstehend beschrieben werden.

Zu Palomas, 80 km westlich von Durango, tritt Zinnober in Begleitung von dichtem Quarz und diesen teilweise fein durchwachsend in einer etwa 300 m langen Trümerzone inmitten eines tonig zersetzten Andesits auf, der streifenförmig zu beiden Seiten von Basalt umgeben wird. Dabei ist auch der Ton bis zu einem Meter von den zinnoberführenden Quarztrümern mit dem Erz imprägniert, das im übrigen von Eisenoxyd, von sehr wenig gediegen Quecksilber und von bituminösen Substanzen begleitet wird. Der Metallgehalt der Lagerstätte schwankt zwischen 0,05—5, in manchen seltenen Stufen bis zu 40 %, und betrug in dem geförderten Materiale durchschnittlich 0,5 %. Schon in geringer Tiefe, z. T. von 6—8 m, verlor sich die Erzführung der Trümer.

Das im Jahre 1872 entdeckte Quecksilbervorkommen von **Huitzuco** im Staate Guerrero, 28 km östlich von Iguala, ist an einen zur mittleren Kreideformation gehörigen, wegen seiner großartigen Höhlenbildungen bemerkenswerten Kalkstein gebunden. Der Zinnober wird von seltenem Metacinnabarit, von Pyrit, Livingstonit (? $HgSb_4S_7$),[2]) Gips, Schwefel, von eisenschüssigem Ton und von bituminösen Substanzen begleitet, die auch das Nebengestein imprägnieren; der auf der Lagerstätte verbreitete Kalkspat ist oft durch Zinnober gefärbt. Die Oxydation des Pyrits in den oberen Teufen führt zur Schwefelwasserstoffentwickelung. Die Lagerstätte besteht aus einer Reihe großer, nach der Tiefe

---

Sachs, Der Kleinit, ein hexagonales Quecksilberoxychlorid von Terlingua in Texas; Sitz.-Ber. pr. Ak. d. Wiss., phys.-math. Kl., LII, 1905, 1091—1094.

[1]) v. Humboldt, Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne, 2. Ausg., III, 1827, 311—315. — Villarello, Génesis de los yacimientos mercuriales de Palomas y Huitzuco; Mem. Soc. Ant. Alzate, 1903, 95—136. — Becker zitiert: Castillo, Memoria sobre las minas de azogue de America, 1872; ferner Ramirez, An. d. min. d. fom. Mex., III, 1877, 339, und Laguerrenne, ebenda VII, 1882, 605.

[2]) Sandberger (Sitzb. bayr. Akad. d. Wissensch., 1875, 3. Juli. Ref. N. Jahrb., 1875, 874—876) hat sehr ausführlich die Umwandlung von Antimonit in Metacinnabarit und Zinnober auf diesen Lagerstätten beschrieben. Villarello nennt nur den Livingstonit, aber nicht jene stofflich damit mindestens verwandten Pseudomorphosen.



ziehender Taschen; in 250 m Tiefe haben sie horizontale Durchmesser von 50 bis über 80 m. Ihre Füllung besteht in der Hauptsache aus rotem Ton, der mit den Mineralien ganz unregelmäßig durchwachsen ist. In den oberen Teufen ist Zinnober das Quecksilbererz, tiefer bricht oxydierter Livingstonit (sogen. Barcenit) und noch weiter abwärts der frische Livingstonit ein. Der sehr schwankende Quecksilbergehalt des Tones erreichte in den oberen Teufen 5—10 % neben 40 % Antimon, in 250 m Tiefe nur 0,75—1 % bei 10 % Antimongehalt.

Die Quecksilbergewinnung von **Guadalcázar**[1]) im Staate San Luis Potosí reicht erst bis 1840 zurück, während der dortige Zinnober schon lange vorher von den Indianern als Farbe benutzt worden war. Die Zinnoberlagerstätten sind fast ausschließlich an einen massigen, nur unvollkommen gebankten Kalkstein gebunden, dessen Verbreitung durch mächtige, von Rundall als Porphyr und Granit bezeichnete, eruptive Massen unterbrochen wird. Längs dieser treten unbedeutende Blei-Zinkerzlagerstätten auf. Das Zinnobervorkommen ist ungefähr 50 km weit durch den Kalkstein zu verfolgen; doch nur zwei Gruben, die Trinidad und Nuevo Potosí, 7—15 km von Guadalcázar entfernt, sind von einiger Wichtigkeit. Auf Nuevo Potosí ist das Erz teilweise in unbedeutenden Einsprengungen durch den zerrütteten Kalkstein verbreitet, insbesondere aber tritt es in höchst unregelmäßigen tonigen Einlagerungen auf, in denen Bruchstücke von dunklem Schieferton vorkommen, der selbst manchmal 2—3 % Quecksilber als Zinnober und besonders auch als Metacinnabarit enthält; im übrigen ist das Erz durch den Ton verteilt oder findet sich in Anreicherungen nahe dessen Liegendem oder Hangendem. Es wird in dem Tone wie im Schiefer von erheblichen Mengen Fluß- und Kalkspat, sowie mitunter von ein wenig Baryt begleitet. In der Nähe der tonigen Einlagerungen ist der brecciös zerrüttete, durch Kalkspat wieder verfestigte Kalkstein in nicht gewinnungswürdiger Menge von Zinnober imprägniert. Die Förderung enthält durchschnittlich 0,5—1 % Quecksilber. Auf der Grube Trinidad sind die teilweise sehr reichen Erze von Gips begleitet und mitunter in derbe Massen von solchem eingebettet; nach Rundall wäre ein großer Teil des im Gips enthaltenen Erzes Selenquecksilber. In der Tiefe ist der erzführende Kalkstein verkieselt, stellenweise stark zerrüttet und mit Gips und Flußspat durchwachsen. Als Guadalcazarit hat man ein zink- und selenhaltiges dunkelbleigraues Schwefelquecksilber beschrieben; auch Realgar und Schwefel werden von Guadalcázar erwähnt. In einem Falle fand sich Quecksilbererz auch in einem den Kalkstein durchsetzenden „Porphyrgang". Flußsande in der Umgebung enthalten manchmal soviel Zinnoberkörner, daß sie von den Eingeborenen mit einigem Gewinn daraufhin verarbeitet werden. Die hauptsächlichsten Quecksilbergruben von Mexiko sind jetzt die von Huitzuco; die Gesamtproduktion des Landes wird für 1902 zu 191 t angegeben, betrug aber z. B. im Jahre 1899 über 300 t.

Die berühmtesten Quecksilbergruben Südamerikas waren diejenigen von Sta. Barbara bei **Huancavelica**[2]) in Peru, wo schon vor 1566 Bergbau getrieben wurde. Die Schichten der Umgebung sollen jurassischen Alters sein; es sind fast seiger einfallende Tonschiefer, Konglomerate, Sandsteine und Kalksteine. Junge Eruptivgesteine, untergeordnet auch Granit, treten in dem Gebiete auf, heiße Quellen entspringen in unmittelbarer Nähe der Stadt und haben

[1]) Rundall, Mining and treatement of quicksilver ores at Guadalcazar, Mexico; Eng. Min. Journ., LIX, 1895, 607—608. — Ramirez, Riqueza minera de Mexico, 1884, 88—98. — Kroupa, Die Quecksilbergewinnung in Mexico; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIV, 1896, 510—516, 525—530, nach Mactear.

[2]) v. Humboldt, Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne; 2. éd. III, 1827, 319—330. — Crosnier, Géologie du Pérou; Notice géologique sur les départements de Huancavelica et d'Ayacucho: Ann. d. min. (5), II, 1852, 1—107.



reichliche Sinterbildungen veranlaßt. Über die Geologie der Lagerstätten selbst ist nicht viel sicheres bekannt. Das Vorkommen von Santa Barbara ist eine lagerartige, 60—70 m breite Imprägnationszone in enger Verbindung mit stockwerkartigen Zerklüftungen des Sandsteins. Die Paragenesis des Zinnobers scheint eine recht eigenartige sein. Pyrit, Arsenkies, Realgar und Auripigment, angeblich auch Bleiglanz, ferner Kalkspat und Schwerspat sind seine Begleiter. Das Realgar soll nach Humboldt in den tieferen Zonen eingebrochen sein. Dazu bilden sich allerlei sekundäre Sulfate und Arsenate. Zur Zeit Humboldts war die Grube schon 290 m tief nnd 450 m lang; zwischen 1570 und 1789 hatte man 47861 t Quecksilber produziert. Um das Jahr 1850 war der jährliche Ertrag nur mehr etwa 46 t. Um 1800 war die Produktion von Huancavelica wegen des reichlichen Einbrechens der Arsenerze schon sehr eingeschränkt worden; eine wenig bedeutende Erzförderung fand damals zu Sillacasa statt, wo Zinnober mit Chalcedon in Kalkstein auftrat. Zu Pucará ist die 0,25 bis 0,3 % Hg führende Lagerstätte an einen zerklüfteten Sandstein gebunden.

Schon Humboldt erwähnt die Zinnobervorkommnisse der Republik **Columbia**;[1]) sie finden sich nach ihm an zwei Stellen, im Tale von Santa Rosa, östlich vom Rio Cauca, und zwischen Ibagué und Carthago am Quindiù-Berge. Zu Quindiù wies das Vorkommen von Zinnoberkörnern in Goldseifen auf die primäre Lagerstätte hin. Die im Jahre 1786 gegründete, in 3000 m Höhe gelegene ehemalige Grube baute in einem Gebiet von Schiefern und Sandsteinen, während am Fuße des Berges und nahe seinem Gipfel ein „dioritporphyr“-artiges Gestein ansteht. Zersetzter Chloritschiefer ist das Nebengestein der zinnoberführenden Klüfte und Imprägnationen; letztere werden von Quarz, Kalkspat und Schwefelkies begleitet.

In **China** waren Quecksilbererze zu Anfang des XIX. Jahrhunderts ein wichtiger Exportartikel der Provinz Kuei-Tschau, wo es in großer Masse an verschiedenen Stellen auftritt und manchmal so nahe der Oberfläche liegt, daß es beim Pflügen gefunden wurde.[2]) In Kuei-Tschau wurde Quecksilber durch die Gruben von Wön-schan-tschiang auf Quarzgängen abgebaut, die einen dichten, harten Kalkstein durchsetzen. Der Zinnober kommt dort in prächtigen, bis 2 cm großen Kristallen vor. Im Süden von Kuei-Tschau tritt das Mineral bei Lan-Moutschang, im Norden bei Pem-Tschang auf; bei Tatschwang, 30 km von Moung-tse, gibt es auch gediegen Quecksilber.

Auf Borneo hat man zu Tegora bei Sarawak[3]) ein in Tonschiefer aufsetzendes Zinnobervorkommen abgebaut; es wird begleitet von Schwerspat, Pyrit und Markasit und ist von den primären Lagerstätten aus in die Dammerde und die Flußbetten verbreitet worden. Die Quecksilberproduktion von Sarawak hat im Jahre 1880 70 t erreicht.

Quecksilbererze sind weiterhin bekannt geworden aus Japan, wo Zinnober beispielsweise bei Ainura[4]) auf der Halbinsel Hirado als Imprägnation in einem

---

[1]) v. Humboldt, Essai politique sur le Royaume de la Nouvelle-Espagne; 2. Ausg., III, 1827, 317—319. — Halse, Note on the occurrence of mercury at Quindiù, Tolima, U. S. Columbia; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., VI, 1893—1894, 59—63.

[2]) v. Richthofen, Letter VII to the Shanghai Board of Trade 1872, 81; zitiert von Becker. — Duclos, Comptes-rendus mens. d. réun. d. Soc. d. l'indust. min. 1898, 5—15. — Termier, Zinnober und Onofrit von Wönschan-tschiang; Bull. soc. franç. min., XX, 1897, 204—210; Ref. Ztschr. f. Krist., XXXI. 1899, 76. — Navarra, Zum Erzreichtum Chinas; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLVIII, 1900, 430.

[3]) Gröger, Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1876, 69—70. — Frenzel, Mineralogisches aus dem ostindischen Archipel; Tscherm. Mitt., 1877, 297—302.

[4]) Munroe, The mineral wealth of Japan; Transact. Am. Inst. Min. Eng., V, 1877, bes. 299—300.

Sandstein auftrat. Eine ganz unbedeutende Quecksilberproduktion hatte im Jahre 1897 zu Kamodani statt.[1])

In Neu Südwales will man große Quecksilberlagerstätten bei Yulgibar am Clarence-Fluß entdeckt haben, nachdem schon im Jahre 1841 in Goldsanden Zinnober nachgewiesen worden war. Im Jahre 1903 war die Produktion nicht nennenswert.. Eine geringfügige Quecksilberproduktion hatte in den 1890er Jahren noch der Kilkivan-Distrikt in Neuseeland. Die übrigen australischen Zinnobervorkommnisse haben kein bergmännisches Interesse.[2])

II. Pneumatolytisch-hydatogene Gänge.[3])

12. Die Zinnerzgänge.

(Mit Wolfram, Wismut, Molybdän, Arsen.)

Der wichtigste und fast einzige Träger des Zinns ist das Zinnerz, Kassiterit, SnO_2 (78,6 Sn), gewöhnlich in den als „Visiergraupen“ bekannten Zwillingen, seltener als „Nadelzinn“; von sonstigen zinnhaltigen Mineralien kommt nur der im übrigen sehr seltene Zinnkies, Stannin, SnS_4FeCu_2 (25,2 Sn), in Betracht. Anatas, TiO_2, fand sich zu Ehrenfriedersdorf, Rutil erwähnt Posewitz von Bangka, Eisenglanz ist sehr häufig zu Altenberg in Sachs., Magnetit von ebendaher und von Bangka bekannt. Wolframit ($(Fe_{Mn})WO_4$, Eisenwolframit, oder $(Mn_{Fe})WO_4$, Manganwolframit) ist mehrfach ein sehr wichtiger Begleiter des Zinnerzes oder bildet allein den nutzbaren Bestandteil solcher Gänge. Ähnliches gilt für den Molybdänglanz, MoS_2 (59,96 Mo), das gediegen Wismut, das seltener von Wismutglanz begleitet wird, und für den Arsenkies und Kupferkies. Der Scheelit, $CaWO_4$, ist teilweise ein Umwandlungsprodukt aus Wolframit; selten ist der Stolzit, $PbWO_4$. Die Hauptgangart ist der Quarz, der auf Drusen manchmal in sehr großen Kristallen auftritt. Orthoklas kommt auf verschiedenen Zinnerzgängen vor.

Wichtig ist die Anwesenheit von Fluorsilikaten: Topas, $Al_2SiO_4(Fl,OH)_2$, tritt nicht auf allen Zinnerzlagerstätten auf; Lithionit (gewöhnlich der eisenhaltige Zinnwaldit, Rabenglimmer), der z. B. zu Zinnwald wegen des Lithiongehaltes wertvoll ist; der Gilbertit steht dem Kaliglimmer nahe und enthält nur wenig Fluor; die als Muskovite erwähnten Glimmer sind recht häufig nicht genauer untersucht. Das fluorhaltige Borsilikat Turmalin ist auf diesen Gängen sehr verbreitet. Andere Fluoride sind der Flußspat und der seltene Prosopit, $CaAl_2(Fl,OH)_8$. Selten ist auf den Zinnerzgängen der Axinit, ein Borsilikat von Eisen, Kalk und Tonerde. Beryll, $Be_3Al_2Si_6O_{18}$, wird stellenweise angetroffen, sehr selten ist der Phenakit, Be_2SiO_4. Weiter sind hervorzuheben die primären Phosphate Apatit, $Ca_5(Fl,Cl)[PO_4]_3$, Durangit, $NaAlFlAsO_4$, Herderit, $CaBe(Fl,OH)PO_4$, Triplit, Eisenpecherz, ein fluorhaltiges Eisenmanganphosphat.

---

[1]) Les mines du Japon, 1900, X.

[2]) Wolff, Das australische Gold, seine Lagerstätten und seine Associationen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXIX, 1877, bes. 128, 134.

[3]) Siehe S. 527.



Sekundäre Mineralien sind außer Scheelit und Stolzit der Skorodit, $FeAsO_4 . 2 H_2O$, das Würfelerz oder Pharmakosiderit, $Fe[FeOH]_3[AsO_4]_3 . 6 H_2O$, der Wismutocker, Heterosit (ein wasserhaltiges Eisenmanganphosphat), Amblygonit, $Li[AlF]PO_4$, und der ähnliche Montebrasit, Wavellit, Türkis, Monazit, $(Ce,La,Di)PO_4$, Chlorit, Nakrit, Steinmark und Karbonspäte. Untergeordnet kommen auch Uranglimmer vor.

Die Bedeutung der hier zu besprechenden Gruppe von Erzgängen liegt nicht allein in deren Zinnerzführung. Häufig ist die letztere unbedeutend oder sie fehlt fast ganz, während sonst untergeordnete Begleiter des Minerals in größeren Mengen oder fast ausschließlich einbrechen. Dies gilt für das Wismut, den Molybdänglanz, den Arsenkies, die lithionhaltigen Gangarten und besonders den Wolframit (etwa 76 % WO_3), dessen für die Stahlfabrikation wichtige Eigenschaften man seit 1855 kennt und der deshalb eifrig gesucht wird. Die Wolframitlagerstätten werden deshalb hier unter den Zinnerzgängen zu besprechen sein. In seltenen Fällen sind auch Flußspatgänge als eine Modifikation der Zinnerzgänge zu deuten.

* Es wäre aber voreilig, wenn man alle Wolframit-Vorkommnisse als eine gewissermaßen unvollkommene Entwickelung der reinen Zinnerzgänge betrachten wollte. Zur Charakteristik der letzteren gehören Silikate, vor allem Bor- und Fluorsilikate und Apatit, nicht allein Flußspat. So findet sich Wolframit samt Quarz und Flußspat und in Begleitung von Zinkblende, Bleiglanz, Arsennickeleisen, etwas Kupferkies und Zinckenit in dem Hauptgang der Grube am Sasso d'argento in den Cinque valli (S. 791); von ganz ähnlicher Mineralführung sind die Gänge von Neudorf im Harz (S. 771), wo Wolframit samt Scheelit einbricht. Die Grube von Cinque valli liegt unmittelbar im Kontaktbereich eines Granits, diejenigen von Neudorf mehrere Kilometer von einem solchen entfernt; jedenfalls aber fehlen beiden Wolframitvorkommnissen die charakteristischen Bor-Fluorsilikate und der Apatit. Erwähnt sei auch das Vorkommen des Minerals zu Felsöbánya und des Hübnerits ($MnWO_4$) z. B. auf den Enargitgängen von Morococha und auf dem Gagnongang zu Butte (S. 702). Ein eigentümliches Vorkommen des Wolframits im nördlichen Teile der Black Hills, wo das Mineral mit Gold, Pyrit, Flußspat, Schwerspat und Scheelit längs Vertikalspalten in verkieselten Zonen eines kambrischen Dolomits auftritt, hat Irving[1]) beschrieben.

Auch das Molybdän ist nicht an die Zinnerz- und verwandten Gänge ausschließlich gebunden; Molybdänglanz findet sich z. B. auch auf den Kupfererzgängen der Mürtschenalp (S. 835), Molybdänbleierz auf den Bleierzlagerstätten zu Bleiberg usw.[2])

Der zuerst von Daubrée[3]) ausführlich erörterte genetische Zusammenhang der bor- und fluorhaltigen Zinnerzgänge mit sauren Eruptivgesteinen

---

[1]) Some recently exploited deposits of Wolframite in the Black Hills of South Dakota; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 683—695; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 128—129.

[2]) Andererseits bietet das Vorkommen des Molybdänglanzes auf den jungvulkanischen Gesteinen der Euganeen, der Cyclopeninseln und in den Sommablöcken des Vesuv ein gewisses Interesse. Vergl. Silvestri, Sulla molibdenite delle isole dei Ciclopi; Boll. mens. accad. d. Scienz. nat. Cat., fasc. XXXII, 19. III. 1893. Dazu Bauer, N. Jahrb., 1894, I, —434—. — Matteucci, Zentralbl. f. Min. etc., 1901, 47.

[3]) Sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai d'étain; Ann. d. Min. (3), XX, 1841, 65—112.



kann heute als eine unumstößliche Tatsache gelten. Mit Ausnahme gewisser Lagerstätten in Mexiko, wo das Zinnerz mit Topas im Rhyolith vorkommt, tritt dieses mit seiner oben bezeichneten, mehr oder weniger gleichbleibenden Gefolgschaft, soweit sich das bis jetzt überblicken läßt, in den verschiedensten Gegenden in engster räumlicher Beziehung zu solchen Graniten auf, welche, z. T. nachweisbar nach Abschluß einer Gebirgsfaltung, in meist paläozoische Schichten gepreßt wurden und diese in der Weise kontaktmetamorph veränderten, wie sie am besten aus dem Erzgebirge und aus den Vogesen bekannt geworden ist. Ganz allgemein werden solche Granitmassen von Gängen saurer, untergeordnet auch von solchen basischerer Gesteine umschwärmt. Chemisch stehen die ersteren in nächster Beziehung zu den Graniten und werden bald als granitische Ganggesteine, bald als Quarzporphyre, Felsitporphyre und Felsite bezeichnet. Die Zinnerzlagerstätten sind vorzugsweise an die Peripherie der Granitstöcke selbst gebunden und treten in diesen selbst oder in ihrem Kontakthof auf, setzen auch aus den Graniten in die Schieferhülle hinein. Außerhalb des Bereiches der kontaktmetamorphen Schieferhülle auftretende Zinnerzgänge sind übrigens nicht selten.

Die Zinnerzlagerstätten sind einfache oder zusammengesetzte Gänge, Gangzüge oder stockwerkförmige Trümernetze. Die Scharung der Zinnerzgänge um die Peripherie der Granitstöcke war für Elie de Beaumont Veranlassung von einer Aura metallifera der letzteren zu sprechen. Die unzweifelhaften Beziehungen des Zinnerzabsatzes zu Spaltenbildungen sprechen dafür, daß die Eruptivgesteine dort, wo sich die Erze ansiedelten, bereits starr gewesen sein müssen. Der Umstand, daß manche Zinnerzgänge, wie z. B. in Cornwall, noch saure Ganggesteine durchsetzen, die ihrerseits den Granit selbst durchqueren und als Nachschübe der Eruption des letzteren betrachtet werden müssen, läßt für die Zeit zwischen der Eruption des Tiefengesteins und dem Emporsteigen der seinen tiefsten, nicht erkalteten Teilen entstammenden, die Zinnerzgänge bildenden Stoffgenossenschaft einen weiten Spielraum. Dieser wird im Erzgebirge immerhin dadurch ein begrenzter, daß dort stellenweise die Zinnerzgänge noch von jüngeren sauren Ganggesteinen durchsetzt werden.

Das Zinnoxyd ist ein dem Stoffbestande saurer Magmen eigentümlicher Körper. Granitische Feldspäte, die daraufhin untersucht worden sind, erwiesen sich mitunter als zinnhaltig, ohne daß Verunreinigungen durch Zinnerz nachzuweisen gewesen wären. Ob letzteres als ein zuerst gebildeter primärer Bestandteil, etwa vom Alter des Zirkons, in den Graniten vorkommt, ist zweifelhaft. Nachgewiesen ist, daß das Zinnerz abseits von Gängen auftritt, und es ist nach den vorliegenden Beschreibungen des früher besprochenen Zinnerzvorkommens in den Black Hills sehr wahrscheinlich, daß es zum mindesten in den pneumatolytischen Phasen der Mineralbildung im erstarrenden Granitmagma entstehen kann und deshalb auch als ein Bestandteil des Granits bezeichnet werden darf.[1]) Inwieweit das u. a. auch Zinnerz enthaltende Kryolithvorkommen von Ivigtok in Grönland (s. S. 71) als eine unmittelbare Ausscheidung aus dem umgebenden Granitmagma bezeichnet werden kann, steht einstweilen noch nicht fest.

[1]) Siehe S. 24, Fußnote 2.

Die innige Beziehung des Zinns zu Graniten zeigt sich auch darin, daß sich das Zinnerz untergeordnet zusammen mit diesem oder jenem seiner charakteristischen Begleiter auf den Kristalldrusen mancher Granite, wie z. B. des Granitits von San Piero auf Elba, findet. Die solche Drusen auskleidenden Quarz- und Feldspatkristalle sind z. T. nur die freien Enden von Individuen, die in schriftgranitischer Durchwachsung als Aplit das eigentliche Nebengestein der Drusen bilden, das dann unmerklich in den gewöhnlichen Granitit übergeht. In den Drusen findet sich außerdem eine höchst charakteristische Gesellschaft von Mineralien:[1]) Albit, Turmalin, Beryll, Chabasit, Stilbit, Castor, Pollux, Lepidolith, Mangantoneisengranat, selten Pyrit, Arsenkies, Zinnerz, Rutil? und Fluorapatit. Es kann hier keinem Zweifel unterliegen, daß der Quarz und Feldspat der Pegmatite, die mit steilem Einfallen bei San Piero dem Granitit eingelagert sind, und die in den engsten Beziehungen dazu stehenden Drusenmineralien die letzten Aussonderungen aus dem in situ hinterbliebenen, Bor, Fluor, Lithium, Caesium, Beryllium, Arsen, Phosphor, Schwefel, Zinn usw. enthaltenden Stoffrest des granitischen Magmas darstellen.

Die in den Graniten und in deren Nebengestein auftretenden Zinnerzlagerstätten bieten den deutlichsten Beweis, daß die schon mehrfach benannte Genossenschaft von chemischen Elementen bei der Erstarrung des Gesteins selbst in der Hauptsache keine Verbindung mit der Kieselsäure eingeht, sondern ausgestoßen wird und als Exsudat des Magmas kilometerweit zu wandern vermag. Die Annahme, daß ein solches Exsudat eine wässerige Lösung im gewöhnlichen Sinne darstelle, verbietet die Tatsache, daß jedenfalls die gleichzeitige Temperatur des Gesteins höher als 365°, d. i. die kritische Temperatur des reinen Wassers, gewesen sein muß.. Hoher Druck wird andererseits die Dichte des Gasgemisches und dessen Reaktionsfähigkeit außerordentlich vermehrt haben.[2])

Von den für die weiter oben als hydatogen bezeichneten Gänge besonders charakteristischen Gangarten Quarz, Karbonate und Schwerspat findet sich stets der Quarz, für dessen Entstehung das Vorhandensein eigentlicher wässeriger Lösungen nicht notwendig war.[3]) Oligonspat und besonders Eisenspat sind mitunter vorhanden, gehören aber scheinbar immer zu den jüngsten Abscheidungen in den Zinnerzgängen; wie der sehr selten einbrechende Schwerspat mögen sie sogar teilweise später von anderen Gängen her eingewandert sein. Ganz besonders charakteristisch für die Zinnerzgänge ist die Anwesenheit

---

[1]) vom Rath, Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien; III. Die Insel Elba; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXII, 1870, 591—732, bes. 646. — G. d'Achiardi, Di alcuni minerali dei filoni tormaliniferi nel granito di S. Piero in Campo (Elba); Proc. verb. Soc. Tos. Scienz. Nat., 8. V. 1904.

[2]) Die heutigen Erfahrungen widersprechen der Vorstellung nicht, daß z. B. Wassergas bei Temperaturen über 365° unter entsprechendem Druck dichter sein kann, als das flüssige Wasser. Über das Verhalten solcher hochgradig komprimierten, heißen Gase, über ihre jedenfalls sehr große Reaktions- und Lösungsfähigkeit ist bisher kaum etwas bekannt. Siehe auch Arrhenius, Zur Physik des Vulkanismus; Geol. Fören. Förh., XXII, 1900, 395—419.

[3]) Lacroix hat es neuerdings wahrscheinlich gemacht, daß der Quarz, der als jüngster Bestandteil in gewissen Andesiten der Eruption des Mont Pelé von 1902 auftritt, unter Zutun hochgradig gespannten, überhitzten Wasserdampfes entstanden ist. — La Montagne Pelée et ses éruptions, 1904, 516—519.



des Borfluorsilikats Turmalin,[1]) der nicht nur in den von Zinnerzgängen durchsetzten Graniten selbst gern in größerer Menge enthalten ist, sondern auch auf den Lagerstätten teilweise in großer Menge einbricht, überhaupt vielleicht auf keiner ganz fehlen dürfte. Er findet sich in den Gängen selbst und in den sie umgebenden Graniten und Schiefern, die längs derselben sehr häufig „turmalinisiert“ sind. Diese Umwandlung hat in den letzteren z. B. im Erzgebirge nach der Kontaktmetamorphose stattgefunden und tritt häufig als eine an die Zinnerzgänge gebundene jüngere Erscheinung auf. So ist auf dem Auersberg bei Eibenstock der Phyllitschiefer, welcher dem dortigen Granit aufgelagert ist, ursprünglich durch letzteren in Andalusitglimmerfels umgewandelt worden. Von einem schmalen Gang aus, welcher in lagenförmiger Anordnung mit Quarz, Turmalin und etwas Zinnerz erfüllt ist, hat eine Turmalinisierung des Schiefers bis zur Tiefe von etwa 0,5 m beiderseits stattgefunden, daneben sind auch Zinnstein, Kupferkies, spärliches Gold und Uranglimmer in den Turmalinschiefer eingewandert, der überdies noch Granat führt.[2]) Die Turmalinisierung der Schiefer wie der Granite ist eine ganz allgemeine Erscheinung längs der Zinnerzgänge von Cornwall. Eine andere Form der Umwandlung des Nebengesteins, welche einige Ähnlichkeit mit der Sericitisierung feldspathaltigen Nebengesteins neben manchen anderen Erzgängen besitzt, häufig aber gleichfalls mit einer Turmalinisierung verbunden ist, ist der Greisen. Dieser ist ein Granit oder Gneis, dessen Feldspat und Glimmer teils in Quarz, teils in Glimmer (häufig Lithionglimmer), Gilbertit, Zinnerz, mehr oder weniger Turmalin, häufig Topas und Flußspat umgewandelt sind. In der Hauptsache besteht der Greisen immerhin aus einem Gemenge von Quarz und bald grauem, gelblichem oder ölgrünem, meistens lithionhaltigem Glimmer. Er ist häufig das eigentliche Zinnerz („Zinnzwitter“ der erzgebirgischen Bergleute), während die Gänge selbst erzarm oder taub sein können. Selten ist eine vorwiegende Topasierung eines feldspathaltigen Gesteines, wie sie bis jetzt an den Porphyrgängen des Schneckensteins und des Mount Bischoff in Tasmanien beobachtet worden ist. Die Beteiligung des Turmalins und des Topases an solchen Umwandlungen ist schon innerhalb kleinerer Gebiete auf den einzelnen Lagerstätten eine verschiedene. So ist der Topas charakteristisch für Altenberg, Topas und Turmalin kommen im Zinnwalder Greisen vor, die Eibenstocker Zinnerzlagerstätten sind fast ausschließlich durch Turmalin gekennzeichnet, in Cornwall scheint der Topas im ganzen zu den Seltenheiten zu gehören.

Die Zinnerzgänge sind das wichtigste und am wenigsten anzuzweifelnde Beispiel für die unmittelbare Herkunft erzführender Spaltenfüllungen aus Tiefengesteinen; sie gehören zu den letzten stofflichen Nachschüben aus dem Herde dieser. Zwischen ihnen und den weiterhin zu besprechenden turmalinführenden Kupfererzgängen besteht ein mehr oder weniger enger Zusammenhang, der schon

[1]) Macalister, Tin and tourmaline; Quart. Journ. Geol. Soc., LIX, 1903, 53.

[2]) Schroeder, Erl. z. geol. Spezialkarte von Sachsen, Sekt. Eibenstock, 1884, 38. — Eine ausführliche Schilderung der Turmalinisierung, Greisenbildung und Topasierung findet sich bei Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, II, 1894, 118—127.



darin zum Ausdrucke kommt, daß Kupferkies auf den Zinnerzgängen mitunter massenhaft einbricht, wie in Cornwall und in Queensland. In Cornwall ändert sich der Charakter der Gänge mit der Entfernung vom Granit im allgemeinen, indem sie in den Schiefern zu Kupfererzgängen werden. Sehr häufig, vielleicht allgemein, treten in den Verbreitungsgebieten der Zinnerzgänge silberführende Bleiglanzgänge usw. auf. Im Erzgebirge und in Cornwall sind diese Gänge jünger als die Zinnerzgänge oder sie kommen in größerer Entfernung von den Graniten vor, was darauf schließen lassen könnte, daß sie wahrscheinlich gleichfalls im Gefolge dieser letzteren, indessen später als die Zinnerzgänge und in kühlerem oder wieder abgekühltem Nebengestein entstanden sind. Ein Zinnerzgehalt ist den Freiberger kiesigen Bleiglanzgängen eigen; Zinnkies soll in größerer Menge auf gewissen Gängen des Bleierzdistrikts von Zeehan in Australien einbrechen (s. S. 809). Blei-, Silber-, Antimon-, Kobalt- und Nickelverbindungen sind im übrigen den Gängen der gemeinen Zinnerzformation fremd, und wo sie auf solchen vorkommen, sind sie erwiesenermaßen oft aus durchsetzenden jüngeren Gängen eingewandert. *

Die Zinnerzproduktion der Welt verteilt sich folgendermaßen:[1])

	1902	1903	1904
Malayische Halbinsel	54616 t	55674 t	59596 t.
Bangka und Billiton	19065 „	20380 „	14872 „
Bolivien	10312 „	9652 „	9347 „
Cornwall	4013 „	4216 „	4351 „
Australien	3257 „	5071 „	5163 „
Verschiedene Länder	356 „	401 „	390 „
	91619 t	95394 t	93719 t.

Die Erze der Malayischen Halbinsel, die von Bangka und Billiton und der größte Teil der australischen Förderung entstammen Zinnerzseifen, die bolivianische Produktion den früher besprochenen Silberzinnerzgängen, so daß nur ungefähr 4000—5000 t auf den in Rede stehenden Lagerstätten gewonnen werden.

Die Zinnerzlagerstätten des Erzgebirges.

Literatur.

Charpentier, Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande, 1778.

Tölpe, Beschreibung des Geyerschen Zwitterstockwerkes; Köhl. bergm. Journ., II, 2, 1789, 967—1029.

Schütz, Beschreibung des Zinnstockwerkes zu Altenberg, 1789.

Blöde, Versuch einer Theorie über die Bildung des Geyerschen Stockwerks; Leonh. Taschenb., X, 1816, 3—32.

Freiesleben, Beiträge zur mineralogischen Kenntnis von Sachsen; Geogn. Arb., VI, 1817, 17—96. — Ders., Die sächsischen Erzgänge in einer vorläufigen Aufstellung ihrer Formationen; Mag. f. d. Orykt. v. Sachs., I. Extraheft, 1843. — Ders., Die sächsischen Erzgänge in lokaler Folge nach ihren Formationen zusammengestellt, I. Abt., ebenda, II. Extrah., 1844; II. Abt., ebenda, III. Extrah., 1845.

[1]) Metallurgie, II, 1905, 429, nach Iron Age. Die Zahlen für Bolivia stehen nicht im Einklang mit der S. 751 angegebenen Zinnerzausfuhr des Landes.



Goethe, Ausflug nach Zinnwalde und Altenberg, 1820.

Schultz, Nachrichten über die wichtigsten Gruben des sächsisch-böhmischen Erzgebirges; Beitr. z. Geogn. u. Bergbauk., 1821, 84—126, bes. 115—126.

Manès, Mémoire sur les mines d'étain de Saxe; Ann. d. Min. (1), VIII, 1823, 499—594, 837—886; IX, 1824, 281—304, 463—476, 625—656.

Nöggerath, Altenberg und Zinnwald; Leonh. Taschenb., XIX, 1825, I, 558—563.

Klipstein, N. Jahrb., 1830, 256—261.

Daubrée, Sur le gisement, la constitution et l'origine des amas de minerai d'étain; Ann. d. Min. (3), XX, 1841, 65—112.

Breithaupt, Paragenesis, 1849, 139—147.

v. Weißenbach, Über Gangformationen; Cottas Gangst., I, 1850, 1—76, bes. 39—45.

Oppe, Die Zinn- und Eisenerz-Gänge der Eibenstocker Granitpartie und deren Umgebung; Gangstud., II, 1854, 133—195, Lit.

H. Müller, Der Erzdistrikt von Schneeberg im Erzgebirge; ebenda III, 1860, 1—223, bes. 64—70. — Ders., Die Bildung der Zinnstockwerke im östlichen Erzgebirge; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXIV, 1865, 178—180. — Ders., Geognostische Verhältnisse und Geschichte des Bergbaues der Gegend von Schmiedeberg, Niederpöbel, Naundorf und Sadisdorf in dem Altenberger Bergamtsrevier; Beitr. z. geogn. Kennt. d. Erzgeb., II, 1867; Ref. N. Jahrb., 1867, 616—619. — Ders., Die Erzlagerstätten der Umgebung von Marienberg, 1848; Manuskr. im Gangunters.-Archiv z. Freiberg (Excerpt bei Stelzner). — Ders., Die Erzgänge des Annaberger Bergrevieres; Erl. z. geol. Specialk. v. Sachs., 1894.

Jokély, Die Erzlagerstätten und Bergbau im böhmischen Anteile des Erzgebirges; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VII, 1856, 365—368. — Ders., Zur Kenntnis der geologischen Beschaffenheit des Egerer Kreises in Böhmen; ebenda VIII, 1857, 1—82, bes. 49—60; ebenda 583. — Ders., Das Erzgebirge im Leitmeritzer Kreise in Böhmen; ebenda IX, 1858, 549—575, bes. 562—575.

Laube, Geologie des böhmischen Erzgebirges, I, 1876, 105—110; II, 1887, 217—228, 241—245. — Ders., Zum Capitel „Zinnwald"; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1889, 130—134. — Ders., Mitteilungen über die Erzlagerstätten von Graupen in Böhmen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XIV, 1864, 159—178.

Stelzner, Die Granite von Geyer und Ehrenfriedersdorf, sowie die Zinnerzlagerstätten von Geyer; Beitr. z. geogn. Kenntn. d. Erzgeb., I, 1865.

Hallwich, Geschichte der Bergstadt Graupen, 1868. Darin Schiller und Lèwald, Das Zinnerzvorkommen zu Graupen und Obergraupen. Dasselbe in Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XVI, 1868, 150—151, 155—159.

v. Cotta, Die Zinnerzlagerstätten von Graupen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXIII, 1864, 117—118. — Ders., Erzlagerstätten, II, 1861, 13—52.

Groth, Über den Topas einiger Zinnerzlagerstätten, besonders von Altenberg und Schlaggenwalde, sein Vorkommen und seine Krystallformen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXII, 1870, 381—414.

Reyer, Über die erzführende Tiefeneruption von Zinnwald-Altenberg und über den Zinnbergbau in diesem Gebiete; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXIX, 1879, 1—60. — Ders., Zinn, eine geologisch-montanistisch-historische Monographie, 1881, Lit. — Ders., Geologie des Zinnes; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXI, 1881, 9—11, 24—27, 33—34.

Bauer, Bericht über die Bergbau-Unternehmungen bei Ehrenfriedersdorf, 1881.

Hörnes, Zinnwald und der Zusammenhang des daselbst auftretenden Granites als des tieferen und inneren Teiles einer Eruptionsmasse mit den oberflächlich ergossenen Quarzporphyren; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXVIII, 1888, 563—590.

Zinkeisen, Geognostisch-mineralogische Beschreibung der Gegend von Zinnwald und Altenberg, 1888; Manuskr. im Ganguntersuchungsarchiv zu Freiberg (Excerpt bei Stelzner).

Dalmer, Über das reichliche Vorkommen von Topas im Altenberger Zwitter; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIX, 1887, 819—821. — Ders., Erläuterungen zur Sekt. Altenberg-Zinnwald d. Geol. Specialk. v. Sachs., 1890. — Ders., Der Altenberg-Graupener Zinnerzlagerstättendistrikt; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 313—322. — Ders., Gänge der Zinnerz- und kiesigblendigen Bleiformation im Schneeberger Kobaltfelde; ebenda 1895, 228—229. — Ders., Die westerzgebirgische Granitmassivzone; ebenda 1900, 297—313.

Salomon und His, Körniger Topasfels im Greisen bei Geyer; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XL, 1888, 570—574.

Schiller, Aus alten Zeiten; Nordwestböhm. Erzgeb.-Ztg., 1895; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 463.

Beck, Einige Beobachtungen im Gebiete der Altenberg-Zinnwalder Zinnerzlagerstätten; Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 148—150.

Altenbergs Zinnerzbergbau; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXI, 1902, 555.

Mann, Zur Kenntnis erzgebirgischer Zinnerzlagerstätten, I. Die Zinnerzlagerstätten von Gottesberg und Brunndöbra bei Klingental i. Sa.; Dresd. Isis, 1904, 61—73.

Es sei nebenbei auf die Erläuterungen zu den einschlägigen Sektionen der sächs. geologischen Karte verwiesen.

Als Typus der eigentlichen Zinnerzgänge können die von der Lausitz bis in das Fichtelgebirge innerhalb eines schmalen Gebietes und vorzugsweise nahe dem Kamme des Erzgebirges auftretenden Vorkommnisse gelten. Mit geringen Ausnahmen sind sie an Granite oder an deren unmittelbare Umgebung, d. h. an deren Kontakthöfe, gebunden; auch dort, wo ausnahmsweise keine unmittelbare räumliche Beziehung zu solchen besteht, wird man das Eruptivgestein wenigstens in nicht allzugroßer Tiefe vermuten dürfen.

Der jetzige erzgebirgische Zinnerzbergbau ist ebenso wie die im Zusammenhang mit ihm stattfindende Wolframit- und Wismutgewinnung ganz unbedeutend. In früheren Jahrhunderten hat man an zahlreichen Stellen des Erzgebirges wie des Fichtelgebirges auch Zinnerzwäscherei auf Seifen getrieben.

Der wichtigste sächsische Zinnerzbergbau ist derjenige in der Gegend von **Altenberg.** Über die allgemeinen geologischen Verhältnisse der dortigen Gegend gibt das von Dalmer herrührende Kärtchen (Fig. 181) hinreichenden Aufschluß. Zwei mächtige, die karbonischen Schichten durchbrechende und teilweise deckenförmig sich ausbreitende Massen von Quarz- und Granitporphyr werden nach Dalmer ihrerseits von einer spitzwinkelig zu ihrem Verlaufe streichenden Reihe von jugendlichen Granitstöcken durchbrochen, deren Eruption bei Graupen, Zinnwald, Altenberg und Bärenstein zur Bildung von Zinnerzlagerstätten in den Graniten und in ihrem Nebengestein führte. Es sei nur erwähnt, daß die gegenseitigen Beziehungen zwischen den Eruptivgesteinen mehrfach Anlaß zur Diskussion gegeben haben.

Zu Altenberg ist die jüngere, gegen den Granitporphyr nach Osten zu mit steiler Grenze abschneidende, gegen N. und NW. flach unter ihn einfallende Granitkuppe besonders an ihrer Peripherie von zahlreichen Gängen und vor allem oft massenhaft sich häufenden, nach allen Richtungen verlaufenden Imprägnationsklüften stockwerkförmig durchzogen. Von diesen aus ist der Granit zu grünschwarzem oder rotbraunem Gestein, dem sogen. „Zwittergestein" („Zwitterstockwerk") umgewandelt, der Feldspat durch Quarz, Topas (strahliger

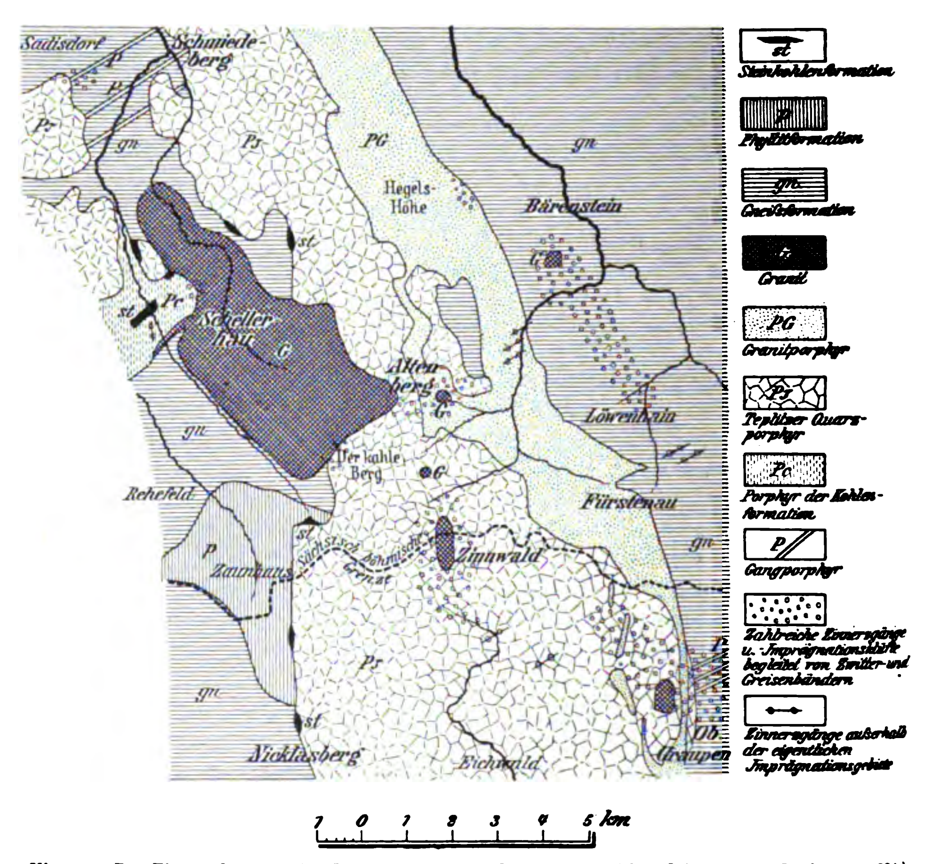


Fig. 181. Der Zinnerzlagerstätten-Distrikt von Altenberg, Zinnwald und Graupen. (Dalmer, 1894.)

„Pyknit") und Lithionglimmer (Rabenglimmer) ersetzt. Solche Klüfte durchziehen auch den Quarzporphyr und den Granitporphyr und bilden eine zusammenhängende Imprägnationszone um die Granitkuppe. Der Zwitter ist außerdem durchwachsen mit Zinnerz und Arsenkies. Auf den Klüften finden sich außer Quarz Wismut, Arsenkies, Kupferkies, Schwefelkies, Molybdänglanz, Zinkblende, Wismutglanz, Fahlerz, Eisenglanz, Magnetit, Wolframit und Flußspat, ferner Malachit, Siderit, Kalkspat, Kalkuranit, Prosopit, Gilbertit, Steinmark, Baryt und Gips.

Nach Dalmer reicht die eigentliche Erzführung des Altenberger Zwitterstockwerkes nur bis zur Teufe von etwa 230 m unter den Ausstrich der Granitmasse; darunter ist diese normal oder nur stellenweise von schmalen Imprägnationsklüften durchzogen. Das Zwittergestein enthält 0,3 % Zinn; der seit dem Jahre 1854 nutzbar gemachte Wismutgehalt beträgt 0,002 %. Der frühzeitig getriebene Weitungsbau verursachte schon im Jahre 1620 einen großen Einbruch, der samt späteren Nachstürzen zur Entstehung der berühmten, 2,5 ha weiten und ungefähr 80 m tiefen Altenberger Pinge geführt hat. Im Jahre 1903 produzierte die Gewerkschaft „Vereinigt Feld im Zwitterstocke zu Altenberg“ 23 t Zinn, 4,8 t Zinnhärtlinge und -Schlacken, 0,5 t Wismut und dazu 0,8 t Chlorwismut. Der Bergbau wurde im Jahre 1458 begonnen und bis jetzt ununterbrochen fortgeführt.

Der z. T. in Greisen umgewandelte Granit von **Zinnwald** auf der sächsisch-böhmischen Grenze bildet eine flache, ungefähr unter 30—35° einfallende, im Ausstriche bis gegen 1 km breite Kuppe inmitten des Quarzporphyrs. Sie zeigt annähernd parallel ihrer gerundeten Oberfläche eine Absonderung in konzentrisch-schalenförmige Bänke. Das Zinnerzvorkommen innerhalb der Granitkuppe ist zweierlei Art. Zumeist ist es an die „Flöze“ gebunden. Letzteres sind die mehr oder weniger flachen, längs der Begrenzungsflächen jener Bänke entwickelten, manchmal aber auch sich zertrümmernden Gänge. Außerdem aber findet sich das Erz auch in zahlreichen steil einfallenden, die Bänke durchschneidenden und zumeist NO. streichenden Klüften, die beiderseits von Greisen begleitet sind. Die „Flöze“ sind wenige Millimeter bis zu 2 m, in der Regel 0,1—0,8 m mächtig, keilen sich manchmal aus, tun sich wieder auf und sind durch teilweise 12, 16 und bis 32 m mächtige Gesteinsschalen voneinander getrennt; bis zur größten erreichten Teufe von etwa 100 m unter Tage hat man 16 Flöze angetroffen. Sie bestehen hauptsächlich aus Lithionglimmer (Zinnwaldit), der manchmal in ausgezeichneter Weise die Salbänder bildet und eine symmetrische Struktur bewirkt und aus viel Quarz, dessen bis zu 0,5 m lange und 0,15 m dicke Kristalle oft zerbrochen und durch Scheelit und Flußspat wieder verkittet sind, aus Feldspat, Zinnerz, Manganwolframit,[1]) Topas, (selten in Kristallen, häufiger als Pyknit) und aus verhältnismäßig spärlichem Turmalin. Diese Mineralien sind ungefähr gleich alt. Dazu kommen Molybdänglanz, Flußspat, Scheelit, Apatit, Stolzit, Wulfenit, selten Siderit und Kalkspat, Kupferuranglimmer, Zeunerit ($Cu[UO_2]_2[AsO_4]_2 \cdot 8H_2O$), Eisenglanz und Roteisen, Gilbertit, Kaolin, Steinmark, und als jüngste Ansiedelungen der seltene Pyrit (Markasit), Arsenkies, Kupferkies, Bleiglanz, Fahlerz (nach Kolbeck mit 0,193 % Ag und beim Auflösen etwas Zinnerz hinterlassend), Kupferglanz, Zinnkies und Blende, sowie eine ganze Reihe sekundärer Blei-, Kupfer- usw. Verbindungen. Auch Schwerspat bricht ein. Der Zinngehalt der Flöze ist 0,4—4,4 %, indessen im Durchschnitt nur 0,5—0,7 %. Der technisch wertvolle Wolframitgehalt beträgt 0,2 %. Besonders ein Flöz (das kiesige Flöz) führt die sulfidischen Erze. Der Zinngehalt des an

[1]) Frenzel, Roteisenerz nach Wolframit von Zinnwald; Tscherm. Mitt., XXI, 1902, 182.

Wolfram armen Greisens beträgt durchschnittlich 0,22 %. Letzterer begleitet häufig die Flöze im Hangenden und Liegenden oder ist stelbständig nester- oder stockförmig entwickelt. Die Flöze der oberen Teufen liegen der Oberfläche der Granit-Greisenkuppe nicht ganz parallel, sondern setzen vielmehr stellenweise aus ihr in den Porphyr über, wo sie nach Dalmer auch in einiger Entfernung vom Granit entwickelt sind und ähnliche Mineralführung zeigen wie in diesem. Desgleichen treten auch die Gänge zwar hauptsächlich im Granit, daneben aber auch im benachbarten Porphyr auf. Sie werden bis zu 2 m mächtig und ihre Füllung besteht aus Letten, Glimmer, Flußspat, wenig Wolframit, Zinnstein, Schwefelkies und Bleiglanz; sie scheinen gleichalterig mit den Flözen zu sein. Seltener sind jüngere, unbauwürdige Gänge mit Schwerspat, Kupfer- und Silbererzen, welche die letzteren zweifellos verwerfen.

Der Zinnwalder Bergbau reicht mindestens bis ins Jahr 1466 zurück und war anfangs nur auf Zinnseifen gerichtet. Seit 1852 datiert der gewerkschaftliche Bergbau, seit etwa 1850 die Wolframgewinnung. Sie ist jetzt der Hauptgegenstand des Bergbaues, das Zinnerz nebensächlich. Im Jahre 1903 wurden gefördert 35 t Wolframit (großenteils aus den Halden), nur 0,4 t Zinnstein und gegen 7 t Lithionglimmer.

Am Nordwestabhange des Kahlenberges wurde früher durch einige Gruben zinnerzhaltiger Greisen mit Quarz, Glimmer, Topas, Flußspat, Arsenkies und Pyrit abgebaut. Die Grube Fortuna bearbeitete außerdem einen Gang, der reichlich Zinnerz neben Flußspat enthielt. Die Lagerstätten gehören dem südlichen Ende der **Schellerhauer** Granitmasse an, in der sich Flußspat, Apatit, Topas und stellenweise auch Zinnerzkörnchen und Beryll nachweisen lassen.

Bei **Graupen** in Böhmen, südlich von Altenberg, geht jetzt noch schwacher Bergbau auf 1—20 cm mächtigen, teilweise sehr flach einfallenden Gängen um, die im Gneis und Quarzporphyr aufsetzen und außer Zinnerz und Quarz Flußspat, Apatit, Wolframit, etwas Bleiglanz, Kupferkies, Arsenkies und Nickelkies führen. Nach Dalmer hat der bis zu $^1/_2$ m mächtige Lucaser Gang eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Zinnwalder Flözen. Am Mückentürmchen hat man nach Schiller im XVII. Jahrhundert hauptsächlich Kupfererze gewonnen.

Bei Geyer und Ehrenfriedersdorf, nordwestlich von Annaberg, haben zwei Granitdurchbrüche, der Geyerer Granitstock und der Greifenstein, die Bildung von Zinnerzgängen veranlaßt. Das sogen. Stockwerk von **Geyer** liegt in einer Granitkuppe, welche roten Gneis und Glimmerschiefer durchsetzt, zutage einen Durchmesser von etwa 200 m besitzt und in ihren peripheren Teilen besonders grobkörnig (als „Stockscheider") ausgebildet ist. Zahlreiche, unter sich parallele, unter 70—80° NW. einfallende Klüfte und Gänge von 0,5—8 cm Mächtigkeit durchsetzen den Granit, indem sie sich zu je 3—12 zu einem „Zug" vereinigen; solcher Züge, die durch einige Meter mächtiges, taubes Gestein geschieden sind, kannte man 19. Die Gänge sind fest mit dem Nebengestein verwachsen und bestehen großenteils aus Quarz, daneben auch aus Zinnerz, Arsenkies, etwas Wolframit, Glimmer, Flußspat, Apatit, Topas und Turmalin; selten ist Molybdänglanz, Eisenglanz und Pyrit. Die Hauptmasse der Erze ist indessen in Imprägnationszonen („Ergärungen") längs der Gänge, wo diese selbst zinnerzhaltig sind, im Granit enthalten, der darin zu Greisen umgewandelt ist (Fig. 182). Diese „Ergärung" verläuft sich allmählich in einer Entfernung von 7—20 cm von den Gängen, imprägniert also den „Zug" und bildet in ihrer Gesamtheit einen „Strom". Die Gänge setzen durch den Stockscheider, in welchem sie fast erzleer werden, in den Glimmerschiefer und den roten Gneis. In ersterem bilden sie echte, bis

10 cm mächtige Spaltenfüllungen mit Quarz, Topas, Zinnerz, Arsenkies; selten ist dabei das Nebengestein imprägniert. Im roten Gneis dagegen beobachtet man ein Netzwerk von Klüften und neben diesen wiederum eine Imprägnation und Greisenbildung, beides auf Kosten des Feldspats. Der Durchschnittsgehalt des Erzes betrug 0,2 % (0,1—0,8 %) Zinn. Die Lagerstätten wurden ungefähr um 1400 fündig und ergaben in den ersten 300 Jahren in 22 Zechen und 25 Pochwerken 45000 Ztr. Zinn; 1739—1773 wurden weitere 19000 Ztr. gewonnen. Von 1791—1803 gingen die Weitungsbaue zu Bruche.



Fig. 182. Aus der Zinnerzlagerstätte zu Geyer. (Charpentier, 1778.)

Nordöstlich von Geyer liegen die Zinnerzlagerstätten am **Sauberg** und in der Vierung bei Ehrenfriedersdorf. Die etwa OW. streichenden und steil einfallenden Gänge am Sauberg bilden eine mindestens 200 m breite und 2 km lange Gangzone hauptsächlich in Glimmerschiefer, innerhalb deren sie sich zu „Zwitterzügen“ zusammentun; man hat 6 solche „Züge“ besonders benannt. Die Paragenesis und Sukzession der darin auftretenden Mineralien ist folgende: Quarz I, Zinnerz, Arsenkies (z. T. Plinian), Beryll, selten Eisenwolframit, Topas, Phengit, Molybdänglanz, Herderit, Apatit, Scheelit I, Chlorit, Flußspat, Scheelit II, Quarz II, Gilbertit, Scheelit III, Steinmark,

Skorodit, Pharmakosiderit. Frenzel[1]) fand farblosen Turmalin und Anatas (jünger als Flußspat). Ferner werden genannt Oligonspat, Zinkblende, Schwefelkies und Kupferkies, die Breithaupt, wie möglicherweise den Flußspat, für eine jüngere Ansiedelung hält. Dasselbe gilt für den seltenen Schwerspat, Antimonglanz, Bleiglanz und die edlen Silbererze, welche von den die Zinnerzgänge durchsetzenden, NS. streichenden, bis zu 0,3 m mächtigen Silbererzgängen herrühren. Zinnerz imprägniert auch das zersetzte Nebengestein. Das Vorkommen von Uranglimmer, Anglesit, Wismut und Wismutglanz sei beiläufig erwähnt. Die gewöhnlich sehr wenig mächtigen Gangklüfte tun sich jeweils zu 3—10 zu einem etwa 2 m breiten Zwitterzug zusammen. An der östlich vom Sauberg gelegenen Vierung wurden zwei Züge abgebaut. Unmittelbar an der wegen ihrer schönen Apatitvorkommnisse bekannten Granitkuppe des Greifensteins und 3 km westlich vom Sauberg liegen die Freiwalder Zinnerzgänge.

Zu Geyer und Ehrenfriedersdorf ruhte der Zinnerz-Arsenkiesbergbau zuletzt gänzlich.

Schon längst unbedeutend sind die Zinnerzvorkommnisse bei **Eibenstock;** Oppe zählt etwa 100 Zinnerzgänge von dort namentlich auf. Sie setzen entweder im Turmalingranit auf und bilden darin stockwerkartige Gangzüge, oder sie sind an die Schiefer des Kontakthofes, sehr viel seltener an die nicht veränderten Phyllite der Umgebung gebunden. Das Zinnerz wird besonders von Quarz und Turmalin, seltener von Topas begleitet, und Mann hat gezeigt, daß hier wie am benachbarten Schneckenstein die Turmalinisierung der Schiefer und des Granits mit der Zufuhr des Zinnerzes auf den Spalten und in dem Nebengestein gleichzeitig, die Topasierung jünger als das Zinnerz ist. Die Gangstruktur ist eine massige oder gebänderte. Zahlreiche, sich verästelnde Gänge von Quarz, Turmalin und Zinnerz durchsetzen die 80 m dicke, dem Eibenstocker Granit aufgelagerte Scholle von Andalusitglimmerfels, turmalinisieren diesen und imprägnieren ihn in etwa 8 m Breite beiderseits mit Zinnerz. Die Gänge des Eibenstocker Gebietes sind älter als die Silbererzgänge des Fastenberges bei Johanngeorgenstadt und die zahlreichen Eisensteingänge des Gebietes. Die tiefsten Grubenbaue hatten 200 m Teufe, meist aber erreichte der Bergbau nur zwischen 20 und 100 m und hatte innerhalb dieser Teufen gute Anbrüche. Ehedem wurden bei Eibenstock auch Zinnseifen abgebaut.

Im Turmalingranit von Platten und Abertham und bei **Hengstererben** nahe Joachimsthal wurden Zinnerzgänge im Jahre 1545 fündig und späterhin wieder seit 1878 durch eine englische Gesellschaft abgebaut. Die Lagerstätten von St. Mauritius bilden mindestens zwei 2—10 m mächtige Zwitterzonen, die aus Greisen, besonders mit Zinnerz, Eisenglanz, Roteisenerz und Arsenkies bestehen; teilweise ist der Greisen turmalinführend. Die Zinnerzlagerstätte wird von einem etwa 0,6 m mächtigen Gang von feinkörnigem Granit durchsetzt. Der Bergbau auf der St. Mauritiuszeche hatte ehedem, wie sich an großen Weitungen und Brüchen erkennen läßt, beträchtlichen Umfang besessen. Weitere alte Bergbaue lagen am vorderen Hengst und am Plattenberg. Bemerkenswert ist das Vorkommen von zinnerzführendem tertiärem Schotter unter der Basaltdecke der benachbarten Steinhöhe.

Unbedeutende, stets an die unmittelbare Nähe von Graniten oder an solche gebundene sächsische Zinnerzvorkommnisse sind u. a. diejenigen bei Schneeberg, bei Buchholz-Annaberg, wo im XVI.—XVII. Jahrhundert eine ziemlich umfangreiche Gewinnung statthatte, und bei Bärenstein, Stahlberg, Hermannsdorf, Dörfel usw. bei Annaberg und in der Gegend von Schwarzenberg. Die Pobershauer und die Martersberger Zinnerzformation Freieslebens, beide bei

---

[1]) Frenzel, Vorkommnisse von Ehrenfriedersdorf; Tscherm. Mitt., IX, 1888, 399—400.



Marienberg vertreten, vereinigen auf derselben Spalte Erze der echten Zinnerzformation mit Erzen und Gangarten der dortigen Silbererzgänge (Silberschwärze, Glaserz, seltener Bleiglanz, Braunspat und Schwerspat) oder auch Zinkblende und Kupferkies.[1]) Ein untergeordnetes Zinnerzvorkommen ist das von Markersbach bei Berggießhübel.[2]) Im Vogtland fand bei Ölsnitz[3]) von 1511—1532 und desgleichen in früherer Zeit bei Elster[4]) Zinnerzbergbau statt.

Wegen des Vorkommens von Zinnerz auf den Freiberger Gängen sei auf die S. 758 und 759 angeführte Literatur verwiesen. Ebenso ist den Kupfererzgängen von Deutsch-Neudorf und Katharinaberg (S. 814) ein merklicher Zinngehalt eigen. Über das gemeinschaftliche Auftreten von Zinn- und Kupfererzen auf den 1775—1784 und späterhin wieder nach 1848 abgebauten, in Gneis aufsetzenden Gängen von Seiffen im Bergrevier Freiberg hat Vogelgesang[5]) berichtet. Ihre hauptsächliche Ausfüllung besteht aus Quarz, Flußspat, Chlorit mit Arsenkies, fein eingesprengtem Zinnstein und Eisenerzen einerseits, anderseits mit Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz, auch Bleiglanz und Zinkblende, Fahlerz und verschiedenartigen sekundären Kupfererzen. Der Kupfergehalt der Kupfererze betrug 18—33 %. Der Zinnstein war meistens an Quarz und Chlorit gebunden und darin z. T. sehr fein eingesprengt; er erscheint, abgesehen von zahllosen Klüften, welche das sogen. Stockwerk bilden, im übrigen auf den eigentlichen Gängen nur in den oberen Teufen und erstreckt sich höchst wahrscheinlich nur bis zu einer Teufe von 100—120 m; er wechselt dabei streifenweise sowohl in horizontaler Richtung, als auch in der des Fallens mit den vorzugsweise in und mit Flußspat einbrechenden Kupfererzen ab; da, wo sich zwei solche Streifen berühren, sind beiderlei Erze, jedoch nur auf geringe Distanz, miteinander vermengt. Bei der bezeichneten Teufe nehmen die mit Bleiglanz vergesellschafteten Kupfererze allein den Platz des Zinnerzes ein. Wenn man, unter Berücksichtigung des schon in den oberen Teufen bekannten, wenn auch etwas spärlichen Auftretens von Bleiglanz, die Analogie mit den fast ganz gleichen Gängen in der nächsten Umgebung Freibergs ins Auge faßt, so kommt man zu dem Schlusse, daß die Seiffener Gänge gleichfalls in größerer Teufe statt der Kupfererze insbesondere silberhaltigen Bleiglanz führen und die Zusammensetzung der kiesigen Bleiformation besitzen werden. Außer diesen Gängen ist in früherer Zeit ein im Gneis aufsetzendes Zinnerzstockwerk abgebaut worden. Erwähnt mögen die ähnlichen, an roten Gneis gebundenen Vorkommnisse von Pöbel und Sadisdorf werden, die gleichfalls in enger räumlicher Beziehung zu sulfidischen Erzgängen stehen. Das Zusammenauftreten zumal von Kupfererzen, in zweiter Linie auch von Bleierzen mit manchen Zinnerzvorkommnissen des Erzgebirges war schon frühzeitig durch den besten Kenner der sächsischen Erzgänge, H. Müller, auf einen genetischen Zusammenhang

[1]) Freiesleben, v. Molls Jahrb., IV, 2, 1800, 139, u. Mag. f. Oryktogr., II. Extrah., 72—73; III. Extrah., 88—97. — Dazu sagt v. Beust (Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, 25): „Ich kann auf das bestimmteste versichern, daß auf allen Punkten, wo ich Gelegenheit gehabt habe, die Marienberger Zinnformation mit der dort gewöhnlichsten, durch Schwer- und Flußspat charakterisierten Silberformation in Berührung zu sehen, die letztere sich ganz unzweifelhaft als die jüngere zu erkennen gibt.“

[2]) Beck, Erl. z. Sekt. Berggießhübel der geol. Spezialk. v. Sachsen. — H. Müller, Über die Erzlagerstätten in der Umgegend von Berggießhübel, 1890.

[3]) Weise, Erl. z. Sekt. Plauen-Ölsnitz der geol. Spezialk. v. Sachsen, 1887.

[4]) Beck, Sekt. Elster nebst Schönberg, 1885.

[5]) Über das Berggebäude Saxonia-Erbst. zu Seiffen in dem Bergamtsrevier Freiberg; Sächs. Bergw.-Ztg., 1852, No. 10, 11, 12, 13. Excerpt Stelzners. — Charpentier, Mineralogische Geographie, 133—135.



zwischen den Zinnerzgängen und den Gängen der kiesigen Bleiformation gedeutet worden, eine Auffassung, in welcher ihm späterhin Dalmer gefolgt ist.

Von den verschiedenen Zinnerzvorkommnissen in der Karlsbader Granitmasse, welche die südliche Fortsetzung des großen Eibenstocker Granitmassivs bildet, waren diejenigen von Lauterbach, Schönfeld und **Schlaggenwald,**[1] 11 km SW. von der erstgenannten Stadt, die wichtigsten. Jetzt ruht der Bergbau auch dort. Eine steilstehende, ausgedehnte Gneisscholle ist dort dem Granit eingelagert und wird von drei Massen feinkörnigen Granits durchbrochen, die eine SW.—NO. gerichtete Reihe bilden. Das Zinnerz tritt teils in stockförmigen Greisenmassen in letzteren, teils auf Gängen im Gneis auf. Der Huberstock war die wichtigste, jetzt noch durch eine etwa 30 m tiefe Pinge erkennbare Lagerstätte. Er ist rings umgeben von Gneis und hat in 100 m Teufe einen Durchmesser von ungefähr 200 m; der Bergbau war bis zu etwa 200 m in die Tiefe vorgedrungen. Der Granit schließt hier Massen von Greisen ein. Die in diesem auftretenden Mineralien sind Zinnerz, teils sehr fein eingesprengt oder in Schnüren und Nestern auftretend, Quarz, Wolframit, Scheelit, Flußspat, Apatit, Lithionglimmer, Gilbertit, Topas, Molybdänglanz, Arsenkies und Kupfererze. Der Greisen wird von zahlreichen Quarztrümern durchschwärmt; sehr wahrscheinlich stammen von ihnen die mannigfachen, sonst noch von Schlaggenwald erwähnten Mineralien, wie Schwerspat, Dolomit, der seltene Millerit, Speiskobalt, Uranglimmer[2]) und andere Uranverbindungen, Wismut, Kupferwismutglanz, Wismutglanz, Kobaltblüte, Fahlerz, Zinkblende, gediegen Silber, deren Gesellschaft mehr oder weniger an die Kobaltsilbererzgänge des benachbarten Erzgebirges erinnert.[3]) Sehr groß ist die zu Schlaggenwald auftretende Zahl sekundärer Mineralien. Der durchschnittliche Zinngehalt des Zinnzwitters betrug 0,2—0,4 %. Der unweit des Huberstockes abgebaute Schnödenstock war kleiner und unbedeutender; auf dem weiter südwestlich gelegenen Klingenstock soll das Erz im Kontakt zwischen Gneis und Granit vorgekommen sein. Südöstlich von dem Stockwerkzuge fand Bergbau auf vier den feinschuppig-körnigen Gneis durchsetzenden und gegen die Granitstöcke einfallenden Quarzzinnerzgängen statt, von denen drei unter sich und mit der Richtung des Stockwerkzuges paralleles Streichen zeigten. Besonders zwei Gänge waren ergiebiger; ihre Mächtigkeit betrug 5—40 cm, ihre Füllung bestand vorzugsweise aus Quarz (z. T. Kappenquarz), Zersetzungsprodukten, wie „Steatit" (oder Sericit?) und Steinmark, aus Zinnerz und Flußspat, daneben aus

[1]) Glückselig, Schlaggenwald, eine monographische Skizze; Ztschr. f. d. ges. Naturw., III, 1854, 257—266. — Ders., Das Vorkommen des Apatites und Flusses auf den Zinnerzlagerstätten in Schlaggenwald; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVI, 1864, 136—144. — Hochstetter, Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VII, 1856, 323. — Sternberger, Die ärarischen Bergbau-Unternehmungen im böhmischen Erzgebirge; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., V, 1857, 62—63. — Vogelsang, Berg- und hüttenmännische Mitteilungen über Böhmen; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., X, 1862, 155—171, bes. 164—165. — Rücker, Beitrag zur Kenntnis des Zinnerzvorkommens bei Schlaggenwald; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst, XIV, 1864, 311—324, Lit. — J. Hoffmann, Historisch-mineralogische Skizze von Schlaggenwald; Jahresber. Realsch. zu Elbogen, 1903. — Slavík, Mineralogische Notizen. Zur Kenntnis der Mineralien von Schlaggenwald; Zeitschr. f. Kristallogr., XXXIX, 1904, 294—301. — Cornu, Zur Kenntnis des Schlaggenwalder Mineralvorkommens; Tscherm. Mitt., XXIV, 1905, 334 bis 338.

[2]) Hoffmann, Radium in Schlaggenwald; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 123 bis 127. — Ders., Uranvorkommen von Schlaggenwald; ebenda 172—174.

[3]) Siehe Rücker, S. 324.



Eisenwolframit, Kupfer-, Schwefel- und Arsenkies, Wismut, Wismutglanz, Molybdänglanz, Beryll, Apatit, Topas, Karpholith, Desmin usw. Wo die Gänge am reichsten sind, ist der Gneis zu einer oder beiden Seiten in Greisen umgewandelt und selbst erzführend.

Der Zinnbergbau reichte in der Schlaggenwalder Gegend mindestens bis ins XII. oder XIII. Jahrhundert zurück und soll im XVI. Jahrhundert in besonders hoher Blüte gestanden haben. Noch um 1850 waren zwei staatliche und 17 gewerkschaftliche Gruben im Betriebe; zu Rückers Zeit war der Bergbau schon sehr bedeutend im Rückgang begriffen und ruht jetzt, abgesehen von kleineren gelegentlichen Versuchen, ganz.

Die westlichste Fortsetzung der erzgebirgischen Zinnerzzone bilden die jetzt kaum mehr bekannten Lagerstätten im **Fichtelgebirge**[1]) und scheinbar im Frankenwald. Nach Gümbel sollte das Nebengestein der Gänge bei Weißenstadt der in der Kontaktzone des Granites liegende gneisähnliche Schiefer sein; über die Paragenesis dieses Vorkommens ist nur zu vermuten, daß das Erz außer von Quarz auch von Arsenkies begleitet war. Es ist außerdem daran zu erinnern, daß auf den bekannten Mineralfundstätten im Zweiglimmergranit des Epprechtsteins bei Weißenstadt außer Wolframit, Topas, Apatit, Turmalin und Flußspat auch etwas Zinnerz angetroffen wird. Der Fichtelgebirger Zinnerzbergbau, der schon im Jahre 1282 bestanden haben soll, war hauptsächlich auf die Ausbeutung der Seifen gerichtet. Noch im Jahre 1805 wurden auf A. v. Humboldts Veranlassung die Zinnerzseifen an der Farnleite bei Weißenstadt wieder verwaschen und späterhin noch um 1827 geringe Mengen Zinn daraus gewonnen. Ein merkwürdiges, gangförmiges Zinnsteinvorkommen wäre nach Gümbel dasjenige gewesen, das am Büchig bei Tiefengrün im Frankenwald im kambrischen Quarzit aufsetzte.

Obwohl es in den Kontakthöfen der Harzer Granite nicht an Turmalin und Axinit fehlt, so ist doch in diesem Gebirge der Zinnstein bisher ganz unbekannt.

Ganz abweichend von den gewöhnlichen protogenen Zinnerzlagerstätten ist das Vorkommen von Giehren und **Querbach,**[2]) 8 km von Friedberg am Queiß in Schlesien, welches man wegen des Einbrechens von Kobaltglanz auch unter den Kobaltfahlbändern beschrieben hat. Eine 1,5—5,25 m mächtige Lage von Glimmerschiefer im Kontakte mit Gneis enthält Granat und in quarzigen Einlagerungen Pyrit, Magnetkies, Arsenkies, kobalthaltigen Arsenkies, Kobaltglanz, Eisenglanz, nach Manès auch Magnetit, ferner Zinnerz, Kupferkies, Bleiglanz und Zinkblende. Das Kobalterz tritt entweder sichtbar mit Quarz auf oder ist in feinster Verteilung in den Glimmerschiefer eingesprengt, soll auch nach Manès im Granat und in den Kiesen enthalten gewesen sein. Stellenweise fand sich auch etwas Turmalin in dem Glimmerschiefer, der zudem Oligoklas

[1]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, 1879, 117, 310 bis 311, 331, 399—400. — A. Schmidt, Arch. f. Gesch. u. Altertumsk. v. Oberfr., XV, 1883, XVI, 1886 und XVIII, 1890. — Ders., Tabellarische Übersicht der Mineralien des Fichtelgebirges und des Steinwaldes, 1903, 75—76. — Machert, Beiträge zur Kenntnis der Granite des Fichtelgebirges mit besonderer Berücksichtigung des Granites vom Epprechtstein und seiner Mineralführung, nebst einem Anhang: Über Zinnbergbau im Fichtelgebirge; Inaug.-Diss., Erlangen 1894; Ref. N. Jahrb., 1897, I, — 249—251 —.

[2]) Manès, Notice geologique sur la Silésie; Ann. des mines (1), XI, 1825, 3—70, bes. 15—16. — Eine sehr kurze Mitteilung auch bei Websky, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., III, 1851, 12. — v. Festenberg-Packisch, Der metallische Bergbau Niederschlesiens, 1881, 8—13. — Weitere Literatur bei Sachs, Die Bodenschätze Schlesiens, 45—47.



enthält. Das Zinnerz war besonders an die quarzigen Einlagerungen gebunden, kam aber im übrigen auch ähnlich wie der Kobaltglanz vor. Man hat sowohl Zinnerz wie Kobalterz abgebaut und zwar ersteres besonders bei Giehren, letzteres bei Querbach, wo der schon alte Bergbau 1769 wieder aufgenommen wurde und noch im Jahre 1825 einiges Erz für die dortige Blaufarbenfabrik lieferte. Die Natur dieser Lagerstätten ist ganz problematisch. Der Gedanke, daß der benachbarte Gneis ein granitisches Eruptivgestein sei, liegt am nächsten; für die Annahme, daß man es hier mit erzführenden Injektionen seitens des letzteren in die Schiefer zu tun habe, und daß demnach diese Kobalt-Zinnerzlagerstätten ähnlich zu erklären wären, wie dies späterhin für das Vorkommen von Bodenmais geschehen soll, fehlen scheinbar noch alle Beobachtungen.

Zahlreiche Zinnerz- und verwandte Gänge kommen in Frankreich in der Bretagne und im Zentralplateau vor. Zu **Villeder**[1]) bei Ploërmel im Morbihan (Bretagne) werden kontaktmetamorphe, muskovit- und chiastolithführende, vermutlich kambrische Schiefer von einem Muskovitgranitstock und von diesem ausgehenden Apophysen durchbrochen. Der Granitstock selbst wird längs des Kontaktes von zahlreichen sich verästelnden, zinnsteinführenden Quarzgängen stockwerkartig durchzogen (Fig. 112, S. 485); z. T. setzen die Gänge ohne Richtungsänderung in den benachbarten Schiefer hinein. Ihre Mineralführung besteht aus vorherrschendem Quarz, Zinnerz, Apatit, Flußspat, Molybdänglanz, Arsenkies, Kupferkies, spärlicher schwarzer Blende, Bleiglanz u. a. Wolframit scheint nicht vorgekommen zu sein, sehr selten fanden sich in Quarzdrusen Topas und Phenakit (Be_2SiO_4). Weitere Gangarten sind seltener Turmalin, schwach lithionhaltiger Glimmer mit 3,31 % Fluor und Beryll. Der Arsenkies ist etwas goldhaltig. Die paragenetischen Verhältnisse des Zinnerzvorkommens von Villeder sind ausführlicher von Lodin behandelt worden, der besonders auf das untergeordnete Auftreten von Turmalin und Topas hinwies.

Zu Villeder war schon in uralten Zeiten Zinn gewonnen worden, als zuletzt von 1856—1886 ohne viel Erfolg Bergbau betrieben wurde. Ein unbedeutendes weiteres Zinnerzvorkommen der Bretagne ist das von Maupas.

Im Zentralplateau (Marche und Limousin) wurden die Zinnerzlagerstätten von **Vaulry, Cieux** und **Montebras,**[2]) letztere bis 1892 abgebaut. Die Gänge von Vaulry bilden ein Stockwerk in Muskovitgranit und setzen in dem benachbarten Gneis fort; in ersterem sind sie begleitet von Greisen. Zu Cieux wurde ein fast 1 m mächtiger, drusiger Quarzgang abgebaut, der an den Salbändern Zinnstein und außerdem Turmalin und, wie die Gänge von Vaulry, Wolframit, Arsenkies, Flußspat, Molybdänit usw. führt. Zu Montebras enthält ein kleiner, 300 m langer und 40 m breiter Muskovitgranitstock, der rings von einem „pinit"führenden Muskovitgranit und einem porphyrartigen Granit umgeben ist,

[1]) Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 136—142, Lit. — Baudot, Les mines d'étain de la Villeder (Morbihan); Bull. Soc. Ind. min. (3), I, 1887, 151, zitiert von den vorigen. — Lodin, Note sur la constitution des gîtes stannifères de la Villeder; Bull. Soc. géol. d. France (3), XII, 1883—1884, 645; Ref. N. Jahrb., 1885, II, —58—59—. — Blavier et Lorieux, Sur un gîte d'étain nouvellement découvert, à la Villeder (Morbihan); Ann. d. mines (3), VI, 1834, 381—388. — Audibert, Sur le gîte d'étain oxydé de Maupas; ebenda (4), VII, 1845, 181—186. — Abbildungen nach Durocher (1847) und Renouf (1858) gibt Daubrée, Les eaux souterraines aux époques anciennes, 1887, 148. — Juncker et Dufrenoy, Les recherches et les essais de la mine d'étain de Piriac; Ann. d. min. (1), IV, 1819, 21—58.

[2]) Mallard, Sur les gisements stannifères du Limousin et de la Marche; Ann. d. Mines (6), X, 1866, 321—352. — Dufrenoy, Sur le plateau central de la France; ebenda (2), III, 1828, 35—65, bes. 55—56.



Zinnstein in feinster Imprägnation; außerdem tritt dieses Erz mit Quarz gangförmig in den genannten umgebenden Graniten auf. Die Gänge sind von Greisen begleitet. Von besonderem Interesse sind die zu Montebras einbrechenden Phosphate: Amblygonit (Montebrasit), der zum Zweck der Lithiondarstellung abgebaut wurde, Apatit, Türkis, Wavellit und Uranverbindungen. Weitere ähnliche Lagerstätten des Zentralplateaus erwähnt Mallard. Zu Vaulry und Cieux hat man zuletzt noch die zinnhaltigen Alluvionen zu verarbeiten gesucht. Die geringe in Frankreich im Jahre 1903 erzielte Zinnerzförderung stammt von Cieux.

Die schon früher wegen ihrer Wismutführung abgebauten Lagerstätten von Meymac (s. S. 875) enthalten in Quarzgängen, welche den Granit durchsetzen, neben Wismut, Pyrit, Kupferkies, Arsenkies, Blende, Scheelit, Molybdänglanz und Glimmer auch etwas Zinnstein, letzteren aber niemals in abbauwürdiger Menge. Turmalin und Flußspat begleiten stellenweise die Erze.[1])

Als Wolframitlagerstätte gilt das Vorkommen von Saint-Léonard in Limousin, wo Zinnerz ganz zurücktritt, dagegen hauptsächlich der Wolframit mit Quarz und Arsenkies samt ein wenig Wismut, Scheelit usw. die Gangfüllung ausmacht. Im Departement Haute-Vienne wurde in den 1880er Jahren Wolframit bei Puy-des-Vignes gewonnen.[2]) Das Auftreten von Zinnerz mit Arsenkies bei Pontgibaud erwähnt Lodin.[3])

In der spanischen Landschaft **Galicia**[4]) finden sich Zinnerzlagerstätten im östlichen Teile der Provinz Orense zu Penuta und Romilo, zwischen Verin und Monterey, südlich von Orense an der portugiesischen Grenze, und besonders zwischen dem Montes- und dem Avion-Gebirge, an der Grenze zwischen den Provinzen Orense und Pontevedra. Das Erz ist gebunden an Granit oder an Gänge in den benachbarten Schiefern. Eine ausführlichere Beschreibung des Vorkommens bei Viana del Bollo in der östlichen Provinz Orense teilen Fuchs und de Launay mit. Zwischen dem Montes- und Aviongebirge wurde Zinnerz im Jahre 1830 entdeckt. Die 1—20 cm mächtigen, in Schiefern aufsetzenden Gänge enthalten nebendem auch Wolframit, Scheelit, Glimmer, mitunter etwas Beryll und Blende. Im Jahre 1900 wurden in der Provinz Pontevedra 45,7 t Zinnerz und 81,8 t Wolframit, in der Provinz Orense 2,4 t Zinnerz produziert. Wichtiger ist die Wolframitproduktion in Coruña (1850 t).

Auf der Grube Nueva Banca bei Santo Tomé, 15 km südlich von Salamanca, baute man nach Engelmann auf je 2—2½ m mächtigen, OW. streichenden, in Schiefer aufsetzenden Gängen. Bei San Pedro treten ähnliche Gänge im „Gneis" auf. Die Gänge im Schiefer scheinen wenigstens an der Oberfläche reicher zu sein, als solche im Granit; sie enthalten bis 1 Ztr. schwere Massen von Zinnstein, der von Quarz und Turmalin, an den Salbändern auch von Glimmer und Feldspat begleitet wird. Im Granit kommt das Erz auch außerhalb der Gänge vor; letztere führen hier Quarz, Zinnstein, Turmalin (reichlicher als im Schiefer), Kupfererze, Wolframit und Apatit.

---

[1]) Burthe, Sur les travaux de recherche exécutés à Meymac; Ann. d. mines (9) XII, 1897, 5—31.

[2]) Fuchs et de Launay, II, 172—173. — Leonh. Jahrb., IX, 1815, 560—562.

[3]) Les gîtes métallifères de Pontgibaud; Ann. d. Min. (9), I, 1892, bes. 471—473.

[4]) Schulz und Paillette, Zinnführender Eisenkies (Ballesterosit) und einige Zinnlagerstätten in Spanien; Bull. Soc. géol. d. France, 1850, b, VII, 16—25; Ref. N. Jahrb., 1850, 710. — Fuchs et de Launay (nach Saladin), Gîtes minéraux, II, 145—146. — Schubarth, Über das Vorkommen von Zinn in Spanien; Pogg. Ann., LXXXVI, 1852, 600. — Brief von A. Engelmann an Stelzner (1885).

Die spanischen Zinnerzdistrikte finden in Portugal[1]) ihre Fortsetzung in den Provinzen Beira und Traz os Montes. In der Beira baixa ist man in neuerer Zeit vielfach den zinnsteinführenden Wolframitquarzgängen nachgegangen; solche treten u. a. zu Ribeira de Bodilhão in Fleck- und Turmalinschiefer auf. Die Gänge in Traz os Montes sind an Granite, oft aber auch an die umgebenden Schiefer gebunden. Südlich des 40. Breitegrades sind bis jetzt in Portugal Zinnerzlagerstätten nicht bekannt geworden.

Unter allem Vorbehalt hinsichtlich ihrer genetischen Zugehörigkeit seien hier die Apatit-(Phosphorit-)Gänge von Logrosan, Cáceres und Zarza-Ceclavin in der nördlichen **Estremadura**[2]) und im benachbarten portugiesischen Alemtejo erwähnt. Sie treten dort innerhalb eines ungefähr 120 km langen und 60 km breiten Gebietes auf. Zu Cáceres werden seit 1865 Phosphorite abgebaut, welche in einer 6 km langen, 200 ha großen Zone dort auftreten, wo eine Reihe von Gängen aus silurischem Schiefer in muldenförmig aufgelagerten devonischen Dolomit übersetzt; sie liegen stockförmig im Kalkstein oder längs des Kontaktes zwischen Schiefer und Kalkstein. Die Lagerstätten sind teilweise 100—200 m lang und wiederholt wurden solche von über 20 m Breite und über 50 m Tiefe angetroffen. Nach allem handelt es sich hier um metasomatische Gebilde. Der Phosphorit war begleitet von Quarz und Kalkspat und fluorhaltig. Zu Logrosan setzen mit Quarz und Apatit erfüllte Gänge innerhalb einer etwa 4 km breiten Zone und in Abständen von 500—1500 m in kambrischem Schiefer und in der unmittelbaren Nähe eines Granitstocks auf, welch' letzterer selbst keine Gänge enthält. Der wichtigste Gang war die 6 km lange Costanaza,[3]) die etwa seit 1870 abgebaut worden ist. Der Apatit zeigt meistens eine strahligfaserige Struktur, umhüllt Bruchstücke von Quarz und tritt mit diesem in bandstreifige Verwachsung. Der letztere nahm mit der Teufe zu. Die Costanaza war 2—11 m mächtig und wurde auf 1 km Ausdehnung abgebaut, wobei im ganzen nur 20000 t Apatit gewonnen worden sind. Unbauwürdig waren die im kambrischen Schiefer bei Cáceres aufsetzenden Gänge. Bei Zarza und Ceclavin endlich ist Granit das Nebengestein eines 8 km breiten, von 12 Hauptgängen gebildeten Gangkomplexes. Die Gänge führen wiederum Quarz mit bis zu 40 cm breiten Schnüren von wasserhellem, weißem, rosafarbigem, bläulichem oder lauchgrünem Apatit, der manchmal kristallisiert, auch kristallinisch, blumig, erdig-pulverig oder stalaktitisch ausgebildet ist. Die Entstehung der spanischen Phosphoritgänge pflegt man mit der Eruption der Granite[4]) in Zusammenhang zu bringen; dem widerspräche allerdings durchaus die Angabe Gruners, der

[1]) Breidenbach, Die Zinnerzlagerstätten Portugals; Glückauf, XXIX, 1893, 1032—1033, 1050—1051; Ref. N. Jahrb., 1894, II, 429—430.

[2]) Egózcue y Mallada. Memoria geologico minera de la provincia de Cáceres, zitiert von Hartmann. — Delesse, Über die Ablagerungen von phosphorsaurem Kalk in Estremadura; Soc. centr. d'agric. d. France, 1877; Ref. N. Jahrb., 1877, 834. — Hartmann, Die Phosphoritdistrikte in Spanisch-Estremadura; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXVII, 1878, 9—13, 92—94, 131—133, 141—143. — Gruner, Gewinnung und Verwertung phosphorsäurehaltiger Düngemittel; Nachr. a. d. Klub der Landw. z. Berl., 1885, No. 172—173; Ref. N. Jahrb., 1886, I, —409—411—. — Stapff, Geologisches aus Spanien. Notizen aus dem Frühjahr 1884; Berg- u. Hüttenm. Ztg., L, 1891, 53—55. — Weitere Literatur bei Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, I, 344—348.

[3]) Sowohl Delesse wie Hartmann schreiben Costanaza, während sonst in der Literatur der Gang wohl irrtümlich als „Costanza" bezeichnet wird.

[4]) Hernandez-Pacheco, Los filones estanniferos de la provincia de Cáceres y su comparación con los de otras regiones; Bol. Soc. esp. de hist. nat., II, 1902, 72.



mitten im Gange Costanaza eine Knochenbreccie gefunden haben will, deren Fragmente von strahligem Phosphorit umgeben waren.

Die Phosphoritproduktion in der Estremadura hat zeitweise 200000 t betragen. Im Jahre 1899 sind in der Provinz Cáceres nur mehr 3500 t Phosphorit mit einem Durchschnittsgehalt von 48,5 % gefördert worden. Nach Stapff kann eine gewisse Windenart, Convolvulus altheoides, als Leitpflanze für die Phosphoritausstriche gelten.

Das große Minengebiet im Südwesten Englands umfaßt einen ungefähr 130 km langen und bis 35 km breiten Landstrich, der vom granitischen Dartmoor Forest, NO. Plymouth, bis zum Kap Lands End reicht und besonders **Cornwall**[1]) und nebensächlich auch Teile von Devonshire begreift. Das Gebiet besteht aus kambrischen bis karbonischen Grauwackentonschiefern („Killas"), unter denen besonders devonische, in zweiter Linie auch silurische vorherrschen, samt untergeordneten stromförmigen Einlagerungen von basischen Eruptivgesteinen. Vier größere und eine große Anzahl kleinerer Stöcke von häufig turmalinführendem, gewöhnlich grobkörnigem Granit durchbrechen die Schiefer, haben sie und die eingelagerten Eruptivgesteine im Kontakt umgewandelt und werden ebenso wie jene von den mitunter eng gedrängten, sehr zahlreichen „elvan-dikes",

[1]) de la Bêche, Report on the geology of Cornwall, Devon and West Somerset, 1839. — Henwood, The metalliferous deposits of Cornwall and Devon; Transact. Roy. Geol. Soc. Cornw., V, 1843. — Zirkel, Bergmännische Mitteilungen über Cornwall; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., IX, 1861, 242—261. — Walach, Einiges über den Zinnbergbau in England; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., X, 1862, 203—205, 212—213, 220—222, 237—238. — Collins, On the mining district of Cornwall and West Devon; Proc. Inst. Min. Eng., 1875, 89—118. — Ders., On some cornish tinstones and tin-capels; Min. Mag., V, No. 24, 121; Ref. N. Jahrb., 1886, II, —184—185—. — Ders., Hand-book to the mineralogy of Cornwall and Devon, Truro 1876. — Ders., On the origin and development of ore deposits in the West of England; Journ. Roy. Inst. Cornw., XI, 1892—1893. — Le Neve Foster, On a deposit of tin at Park of Mines; aus dem Rep. Min. Ass. Corn. and Devon for 1875. — Ders., Remarks upon the tin deposits of East Wheal Lovell; Transact. Roy. Geol. Soc. of Cornw., IX, part. II, 1876, 167. — Ders., Remarks on some tin lodes in the St. Agnes district; ebenda IX, part. III, 1877. — Ders., Observations on Balleswidden Mine; ebenda X, 1878. — Ders., On the great flat lode south of Redruth and Camborne and on some other tin deposits formed by the alteration of granite; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXIV, 1878, 640—653. — Ders., On some tin stockworks in Cornwall; ebenda 654—659. — Phillips, The rocks of the mining districts of Cornwall and their relation to metalliferous deposits; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXI, 1875, 319—345. — Helmhacker, Allgemeines über das Zinnerzvorkommen in Cornwallis, nebst einigen speziellen Beispielen; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XXVII, 1879, 427—429, 443—445 usw. — Reyer, Zinn in Cornwall; Leob. Jahrb., XXVIII, 1880, 153—212, Lit. — Frecheville, Notes on the great main lode of Dolcoath, Cook's Kitchen, Tincroft, and Carn Brea Mines; Transact. Roy. Geol. Soc. Cornw., X, 1883, 146—156. — Hunt, British Mining, 1887. — Symons, A Sketch of the geology of Cornwall including a brief description of the mining districts, 1888. — Houwink, Der Erzbergbau in Cornwall; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLVII, 1899, 292—295. — Scrivenor, The granite and greisen of Cligga Head; Quart. Journ. Geol. Soc., LIX, 1903, 142—159. — Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 191—240.



d. s. bis zu 20 km lange und teilweise sehr mächtige Gänge von Mikrogranit, Quarz- und Felsitporphyr und Felsit, durchbrochen. Diese sind selbst mehr oder weniger turmalinführend und älter als die Erzgänge, deren Nebengestein sie häufig bilden. Im ganzen zeigen sie einen bemerkenswerten Parallelismus mit diesen und mit der Richtung der Aneinanderreihung der großen Granitstöcke. Ihr Streichen schwankt zwischen ONO. und OSO. Schiefer und Granit greifen mitunter innig ineinander.

Im Granit und in dem von ihm durchbrochenen Gebirge, ganz besonders häufig aber in der Kontaktzone aus dem einen in das andere Gestein übertretend, finden sich die sehr zahlreichen Gänge bald mit Zinnerz, bald mit Kupfererz, bald mit beiden Erzen zusammen. Bleierz- und Eisensteingänge sind untergeordnet, erstere treten im ganzen in größerer Entfernung von den Graniten auf; Bleierze sind den Zinnerzgängen allgemein fremd. Doch durchsetzen jüngere bleierzführende Gänge die Zinn- und Kupfererzgänge, und es scheinen in dieser Hinsicht ähnliche Verhältnisse wie im Erzgebirge zu herrschen. Im ganzen unterscheidet man drei Arten von Spaltenbildungen. Die eigentlichen Erzgänge („lodes") streichen in den verschiedensten Richtungen, größtenteils aber zwischen ONO. und OSO. Unter den „cross courses" (lokal als „guides" oder „trawns" bezeichnet) versteht man jüngere, im Durchschnitt mit den lodes, die durch sie verworfen werden können, mitunter schwach erzführende, im übrigen mit Nebengesteinsbruchstücken oder Quarz erfüllte Klüfte mit einem zwischen NNW. und NNO. schwankendem Streichen; die „flucans" endlich sind Lettenklüfte. Die Erzgänge umschließen häufig Nebengesteinsfragmente und -Schollen („horses") und zeigen selbst nicht selten eine brecciöse Struktur und die Neigung sich zu zertrümern. Über ihr gegenseitiges Verhalten hat besonders Henwood berichtet. Solche Gänge, welche Zinn und Kupfer gemeinschaftlich führen, sind durchschnittlich 1,5 m, die reinen Zinn- bezw. Kupfererzgänge gegen 1 m mächtig. Sie sind etwas mächtiger im Schiefer als im Granit, und im allgemeinen soll ihre Mächtigkeit bei Teufen unter 200 m geringer gewesen sein als in den oberen Horizonten. Die Gänge fallen durchschnittlich unter 70° und meistens gegen den Granit ein. Einige führen Kupfererze nur im Schiefer und Zinnerz nur im Granit.

Das weite Ganggebiet zerfällt in zwei Teile: der westliche, jenseits von Truro gelegene, den äußersten Teil der Halbinsel Cornwall umfassende ist ungefähr 60 km lang und 10—22 km breit; in ihm liegen die Orte St. Just, St. Ives, Marazion, Camborne, Redruth, Penzance und St. Agnes. Er ist weit wichtiger als der größere östliche. Dieser ist vom ersteren durch eine mehrere Kilometer breite, mehr oder weniger erzfreie Lücke getrennt, gegen 70 km lang und durchschnittlich 32 km breit. Bekannte Grubenorte sind darin St. Austell, Bodmin, Liskeard, Callington und Tavistock, letzterer in Devonshire.

Das Zinnerz tritt im Granit teils auf den eigentlichen Gangspalten, in bis zu erbsengroßen Körnern oder in sehr feiner Einsprengung hauptsächlich mit Quarz, Turmalin, Chlorit („peach") und Feldspat auf; die Struktur dieser Gänge ist bald massig, bald lagenförmig, häufig drusig, und in den Drusen findet sich das Zinnerz gern in prismatischen Kristallen als sog. Nadelzinnerz. Fast allgemein aber ist der Granit selbst längs der Gangspalten turmalinisiert und stark mit Zinnerz imprägniert, seltener in zinnerzführenden, vorzugsweise aus

Glimmer, Gilbertit und Quarz bestehenden Greisen umgewandelt. Diese schwärzlichen Imprägnationen werden dann selbst als Gangmasse, lode, bezeichnet und abgebaut, während der eigentliche Gang, der leader, erzfrei sein kann (Fig. 185). Als „capel" bezeichnet man insbesondere die turmalinisierten, mehr oder weniger zinnerzhaltigen Schieferzonen längs der Gänge (Fig. 183). Die Kupfererzgänge im Granit tragen im darüberliegenden Schiefer gern einen oft tiefreichenden eisernen Hut (gossan) mit Brauneisenerz, Malachit und „Schwarzkupfererz", und verschiedenen anderen sekundären Kupferverbindungen, in der Teufe bricht neben Quarz und Kaolin (prian) nicht selten Flußspat und Kupferglanz ein, der noch tiefer durch Kupferkies ersetzt wird. Auf vielen Gängen kommt reichlich Arsenkies vor, der in der Teufe zuzunehmen scheint. Verschiedentlich hat man früher im Gangausstrich hauptsächlich Zinnerz gewonnen, an dessen Stelle in größerer Teufe, wohl infolge einer sekundären Konzentration, reiche Kupfererze einbrachen, um noch tiefer wiederum dem Zinnerz zu weichen. Der eiserne Hut der im Schiefer aufsetzenden Kupfererzgänge enthält oft gleichfalls etwas Zinnerz. Die Gruben Cornwalls sind als der Fundort besonders von sekundären Kupfererzen bekannt.

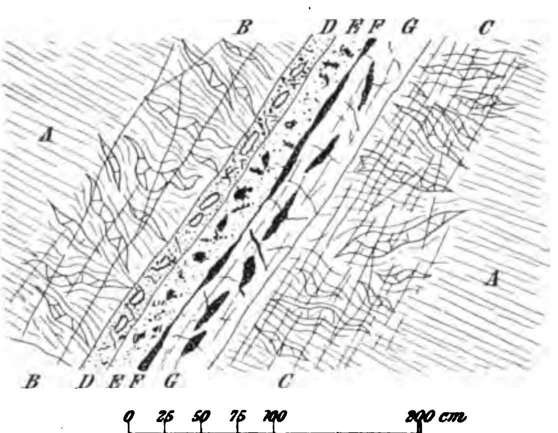


Fig. 183. Der Pink-Gang auf der Penhalls-Grube im St. Agnes-Distrikt. *A* Weicher Killas; *B* Capel mit Linsen von Quarz und Schnüren mit Zinnerz, Chlorit und Kupferkies; *CC* sehr harter Capel, sonst wie *B*; *D* reicher Gang mit Zinnerz, Quarz und Chlorit, in den Drusen mit Nadeln von Wismutglanz; *E* Zinkblende, Zinnerz und ein wenig Pyrit; *F* schmaler Kupferkiesgang; *G* Zinnerz und Quarz mit Einsprengungen von Kupferkies. (Le Neve Foster, 1877.)

Im ganzen ist für die Erzgänge der Turmalin charakteristisch, Topas selten. Dieser kommt u. a. in den zinnerzführenden Greisen und stellenweise auch in den Killas bei St. Agnes und nach Collins auch im Granit der Insel St. Michael's Mount bei Marazion in Begleitung von Lepidolith, Turmalin, Zinnerz, Flußspat, Apatit usw. vor, ist aber im übrigen mindestens noch nicht häufig erkannt worden (siehe Scrivenor, l. c. 154). Ungleichmäßig verbreitet sind Wismut samt Wismutglanz und Wolframit, die stellenweise gewonnen werden. Im Ausstrich fand sich selten gediegen Gold, und mitunter konnten Silbererze, wie z. B. Chlorsilber, gewonnen werden, ebenso Kobalterze. Doch ist es wohl fraglich, ob dergleichen Mineralien, wie z. B. auch das reichliche Vorkommen von Uranpecherz zu Grampound nicht eher den jüngeren, bleiführenden Erzgängen zuzuweisen sein dürften. Zinnkies ist stellenweise vorgekommen,[1] Zinkblende bricht nicht selten ein, Molybdänglanz ist nicht häufig.

[1]) Collins (1893, 372) bezweifelt, ob es sich im Cornwaller Zinnkies um ein eigentliches Mineral oder um ein Gemenge mit Zinnerz handle.

Das besondere Vorkommen der Zinn- und Kupfererze in den verschiedenen Grubendistrikten mag aus folgendem ersichtlich werden. Es wird sich dabei erweisen, daß, abgesehen von der stellenweise reichlichen Kupfererzführung, die englischen Zinnerzgänge große Ähnlichkeit mit den erzgebirgischen besitzen, wie dies ganz besonders Le Neve Foster gezeigt hat.

Im Westen der Halbinsel, wenig nördlich von Lands End, liegt der 10 km lange und 5 km breite Grubendistrikt von St. Just; der Bergbau findet hier teilweise unter dem Meeresspiegel statt. Der den westlichsten Teil Cornwalls bildende Granitstock wird längs der Nordküste von einem ganz schmalen Saum von metamorphen Schiefern und Hornblendeschiefern begleitet, die Erzgänge streichen quer zum Kontakt, senkrecht zur Küste. Im Granit waren die Gänge ehedem sehr reich an Zinn; in neuerer Zeit baut man die in den Schiefern aufsetzenden Kupfererzgänge ab, deren Reicherzmittel vom Granit weg gegen das Meer einschieben. Der Einfluß des Nebengesteins auf die Erzführung war am besten auf der Grube Botallack zu erkennen; derselbe Gang setzte dort dreimal vom Granit in den Schiefer über und zeigte ebenso oft dort nur Zinn-, hier nur Kupfererze. Botallack hatte während ihrer verschiedenen Betriebsepochen, deren ergiebigste in den Anfang des XIX. Jahrhunderts fällt, bald als Zinn-, bald als Kupfergrube Bedeutung. Im Jahre 1894 gewann man gegen 400 t Zinnerz und fast kein Kupfer, während von 1852—1861 nur 1500 t Zinn- und gegen 7500 t Kupfererze gefördert worden sind.

Weniger wichtig ist der weiter NO. an derselben Granitmasse gelegene Grubendistrikt von St. Ives, wo ähnliche geologische Verhältnisse und eine ähnliche Erzverteilung herrschen wie zu St. Just. Man hat auf der dortigen St. Ives Consols Mine reiche Zinnerze aus den sogen. „carbonas“ gewonnen, d. s. mächtige, vom Hauptgange mit teilweise sehr flachem Einfallen abgehende Imprägnationszonen im Granit, deren Abbau hohe und breite Weitungen verursacht hat. Nach Collins war die große Carbona von St. Ives ungefähr 220 m lang und durchschnittlich 10 m hoch und breit; nach mäßiger Schätzung dürfte sie 60000 t von mit Zinnerz imprägniertem, turmalinisiertem Granit geliefert haben. Mit dem großen Hauptgang stand sie nur durch einen wenige Zoll mächtigen Gang in Verbindung.

Einer der reichsten Grubendistrikte Cornwalls ist jetzt derjenige von Camborne, Illogan und bei Redruth. Längs der ungefähr 6,5 km langen, rings von Killas umgebenen Granitmasse des Carn Brea arbeiten zahlreiche Zinngruben. Auf der Nordseite des Massivs, südlich der Stadt Camborne, wird der Granit von Schiefer überdeckt; die Gruben von Dolcoath, Cook's Kitchen, Tincroft und Carnbrea, welche ungefähr ein Drittel der ganzen cornischen Zinnerzproduktion liefern, arbeiten hauptsächlich auf einem aus mehreren Gängen bestehenden, $3^1/_2$ km weit verfolgten Gangzug, der in der Tiefe im Granit, in den oberen Horizonten in der Schieferdecke aufsetzt. Zu Dolcoath wird der Granit längs des Ganges in etwa 250 m, zu Carn Brea in etwa 150 m Teufe unter dem Killas angetroffen. Dolcoath ist die tiefste und reichste Zinngrube Cornwalls; der bis zu 6 m mächtige Gang führt dort stellenweise bis 10% Zinnerz (Fig. 184). Nach Frecheville betrug schon im Jahre 1883 die Länge aller Strecken und Schächte der vier genannten Gruben ungefähr 220 km, der Dolcoath-Grube allein 112 km. Den Gesamtwert der Zinnproduktion der letzteren gibt Collins (1892) zu 200 Mill. Mark an. Jetzt gehen die Baue nur im Granit um und fördern Zinnerz, während man früher im Killas auf reiche Kupfererze baute. Auf Dolcoath gewann man im Jahre 1903 aus einer Förderung von rund 100000 t 1750 t Zinnerz, auf den übrigen Gruben am Carn Brea betragen die analogen Mengen zusammen ungefähr 50000 bezw. 600 t.

Die an der Südseite des Carn Brea gelegenen Gruben bauen nach Le Neve Foster scheinbar alle auf einem ungefähr 5 km langen Gange, dem Great flat

Lode; dieser streicht in seinem östlichen Teile (auf Wheal Uny) längs der Grenze zwischen Granit und Killas, weiter westlich im Granit und ist durch ein flaches Einfallen, 30—46° S., ausgezeichnet. Er besteht allenthalben aus einem „leader", d. i. eine meist nur wenige Zentimeter, stellenweise aber auch bis 2 m mächtige, bald mit Ton, mit eisenschüssigem Material, Fragmenten des Nebengesteins, Quarz, Zinnstein, Eisenkies, daneben auch seltener mit Kupferkies erfüllte Spalte, längs welcher, wie die glatten Salbänder zeigen, eine Gebirgsbewegung statt-

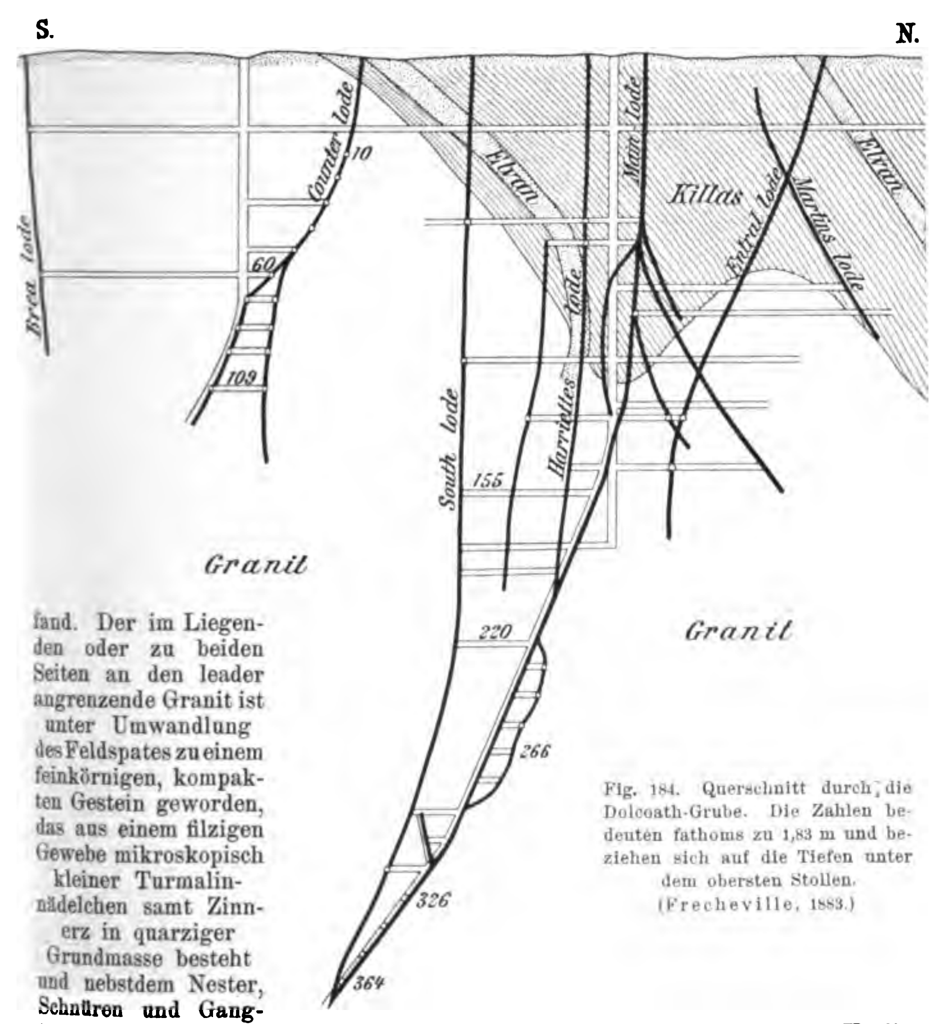


Fig. 184. Querschnitt durch die Dolcoath-Grube. Die Zahlen bedeuten fathoms zu 1,83 m und beziehen sich auf die Tiefen unter dem obersten Stollen. (Frecheville, 1883.)

fand. Der im Liegenden oder zu beiden Seiten an den leader angrenzende Granit ist unter Umwandlung des Feldspates zu einem feinkörnigen, kompakten Gestein geworden, das aus einem filzigen Gewebe mikroskopisch kleiner Turmalinnädelchen samt Zinnerz in quarziger Grundmasse besteht und nebstdem Nester, Schnüren und Gangtrümer von Quarz, Zinnerz, mehr oder weniger Chlorit, Pyrit und Kaolin führt. Diese turmalinisierte Zone, welche als der „lode" bezeichnet wird, erreicht eine Mächtigkeit von beiderseits 1,2—4,5 m und enthält $^{1}/_{2}$—3% Zinn. Der weiterhin gegen das unveränderte Nebengestein zu folgende „capel" oder „greyback" ist ein mehr oder weniger zinnerzfreier, turmalinisierter Granit bezw. Schiefer und zeigt in letzterem Falle noch deutliche Schichtstruktur; der capel kann noch mächtiger werden als der sogen. „lode". Der Übergang der turmalinisierten Zonen in das frische Gestein ist ein all-

mählicher. Auf der East Wheal Lovell-Grube[1]) sind die den porphyrartigen Granit durchsetzenden leaders meist nur wenige Zoll mächtige Gänge oder nur schmale Klüfte und im ersteren Falle nur mit Quarz, Ton oder Eisenoxyd erfüllt, während das Zinnerz, begleitet von oft reichlichem Gilbertit, Glimmer, Flußspat, Pyrit, Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz und Spateisenstein als Imprägnation zu einer oder zu beiden Seiten des leaders lokal derart auftritt, daß säulenförmige Erzmittel (pipes, chimneys) entstehen (Fig. 185). Das reichste solche Mittel ergab bei 1,2—5,4 m streichender Länge und ungefähr 2 m Querdurchmesser pro Meter der seigeren Erstreckung 0,5—2,5 t reines Zinnerz. Diese pipes unterscheiden sich von den vorhin erwähnten „carbonas" von St. Ives durch die Abwesenheit des Turmalins. Auf der jetzt wichtigen Grube East Pool am Carn Brea bricht u. a. auch Wolframit ein. Gediegen Silber fand sich auf verschiedenen Gruben des Camborne- und Illogan-Distrikts, Zinnkies auf der Carn Brea-Grube; auf East Pool und Dolcoath kamen Kobalt- und Nickelerze vor, von hier und South Basset und Tincroft sind Uranmineralien, wie Uranpecherz, Kalk- und Kupferuranit und Johannit bekannt. Der Gwennap-Distrikt bei Redruth war in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts ein sehr ergiebiger Kupferdistrikt. In größerer Teufe brach hier auf manchen Gängen Zinnerz, z. T. von Wolframit begleitet, ein; die Kupfererze waren hauptsächlich gediegen Kupfer, Rotkupfererz, Kupferglanz und Kupferkies.

Fig. 185. Zinnerzvorkommen von East Wheal Lovell. Grundriß einer pipe. Eine 0,5—1 cm breite Kluft mit Quarz und eisenschüssigem Ton durchsetzt porphyrartigen Granit und hat ihn in Greisen umgewandelt, der Gilbertit, Zinnerz, etwas Flußspat, Pyrit, Kupferkies, Kupferglanz, Buntkupfererz und Eisenspat enthält. Die Punktierung zeigt die Ausdehnung einer 8—9 Fuß breiten Reicherzzone an. (Le Neve Foster, 1876.)

Im St. Agnes-Distrikt setzen die meisten Gänge im Killas auf. Der Pink lode auf der Penhalls Mine (Fig. 183) besteht aus einem 10—35 cm mächtigen, flach einfallenden, den Killas quer durchschneidenden leader mit Quarz, Chlorit, Zinnerz, etwas Eisenkies und Bruchstücken des Nebengesteins. Letzteres ist im Hangenden und Liegenden zu einem von linsenförmigen Quarzschmitzen und zahlreichen chloritführenden Zinnerzgängen durchzogenen Quarzturmalinfels, capel, umgewandelt. Zinnerzadern durchwachsen auch den Killas, so daß dieser teilweise selbst mit abgebaut wurde. Das ganze aus leader, capel und etwas Killas bestehende Pocherz enthielt ungefähr $2^1/_8$ % Zinnerz. Die Grube Wheal Coates ist bekannt als ein Fundort der Pseudomorphosen von Quarz und Zinnerz nach Orthoklas. Die Zinnerzlagerstätte auf Cligga Head besteht aus einer 100 m hohen Masse von porphyrartigem Granit, die von zahllosen mehr oder weniger

0 5 10 15 20 25 30 cm

Fig. 186. Zinnerzgang zu Cligga Head. (Le Neve Foster, 1877.)

[1]) Siehe auch Stelzners Bericht über den Aufsatz Le Neve Fosters in Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 417—418.

parallelen, 1—15 cm breiten und unter 65—80° N. einfallenden Gängen durchsetzt wird (Fig. 186).[1]) Der begleitende Greisen enthält außer Quarz und Muskovit noch Turmalin, Topas, Gilbertit und ein wenig Zinnerz. Zwischen den Quarzgängen und dem Greisen besteht eine scharfe Grenze, nicht aber zwischen letzterem und dem Granit. Die Quarzgänge enthalten Zinnerz, Wolframit, Turmalin, Lithionglimmer, Arsenkies und Steinmark. Zwischen je zwei zu verschiedenen Gängen gehörigen Greisenzonen ist der Feldspat des Granits kaolinisiert. Wenn viele solcher Gänge einander benachbart liegen, ist der ganze von ihnen durchzogene Gesteinskomplex in Greisen umgewandelt. Die bankförmige Absonderung des Granits und die Mineralführung der Lagerstätte erinnern, abgesehen von dem steileren Einfallen der Gänge, sehr an Zinnwald und wurden schon von Le Neve Foster damit verglichen und richtig gedeutet.

In der Gegend von Truro liegt, etwa 1 km von der großen Granitmasse bei St. Austell entfernt, die Grube Park of Mines. Die Zinnerzgänge durchsetzen Killas, den sie in ganz ähnlicher Weise turmalinisiert haben, wie dies aus dem Zinnerzdistrikt von Eibenstock bekannt ist (Fig. 187). Butzen- oder linsenförmige Einlagerungen von Zinnerz begleiten parallel der Schichtung des unter 70° einfallenden Schiefers die schmalen Gänge bis auf 1,5—2 m Entfernung zu beiden Seiten. Solche Lagerstätten werden, wenn sie horizontal liegen, in Cornwall als „floors“ bezeichnet.

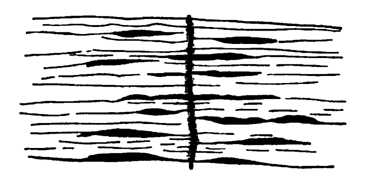


Fig. 187. Zinnerzvorkommen in turmalinisierten Schiefern zu Park of Mines. In der Nähe eines Querganges haben sich längs der Schichtflächen derbere, meist nur mehrere Zentimeter mächtige Lagen von Zinnerz, begleitet von Quarz, Turmalin und Kaolin angesiedelt. Maßstab etwa 1:90. (Le Neve Foster, 1876.)

Die nördlich, südlich und östlich von der großen Granitmasse von St. Austell tätigen Kupfer- und Zinngruben sind jetzt fast alle eingestellt. Le Neve Foster hat aus diesem Gebiete eine Anzahl stockwerkförmig im Killas und im Granit auftretende Vorkommnisse beschrieben, die im Tagebau abgebaut wurden. Um 1840 war die reichste Kupfergrube der Gegend von St. Austell die im Jahre 1868 aufgelassene Fowey Consols Mine bei Tywardreath. Die im Killas aufsetzenden Gänge enthielten außer Quarz und verschiedenen Kupfererzen viel Pyrit und Spateisenstein und ferner reichlich Wismutglanz. In früherer Zeit wurde in diesem Gebiete viel Seifenzinn gewaschen, heute hat das dortige Granitgebirge eine sehr große Bedeutung wegen seines Reichtums an Kaolin. Seit dem Jahre 1889 wird auf der Grube Grampound Road bei St. Stephens Uranpecherz gewonnen. Sie ist der einzige wichtigere Fundort dieses Erzes in Cornwall.

Am Südrande des Granitstockes Bodmin Moor stand bis 1883 die Kupfergrube South Caradon noch in Blüte. Verschiedene der dortigen Gänge besitzen ein besonderes mineralogisches Interesse, weil sie eine wiederholte Erweiterung und wiederholten Mineralabsatz zeigen; so siedelte sich auf der Phoenix-Grube zuerst Zinnerz unter Turmalinisierung des Schiefers, darauf eine quarzige Füllung mit Eisen- und Kupfersulfiden an. Südlich von Caradon, mehrere Kilometer weit außerhalb des Granitbereiches, hat man bei Liskeard silberhaltige Bleierzgänge abgebaut.

Nach Osten zu findet das Ganggebiet von Cornwall seine Fortsetzung in demjenigen von Tavistock in Devonshire. Dieses besteht fast nur aus devonischen Schiefern und eingelagerten Grünsteinen, die von einigen kleinen Granitmassen durchbrochen werden. Die wichtigste Grube von Tavistock ist die Devon

[1]) Die ziemlich umfangreiche, auf Cligga Head bezügliche ältere Literatur zitiert Le Neve Foster.

Great Consols. Der mehrfach und teilweise erheblich verworfene, bis zu 10 m mächtige, im Killas aufsetzende Hauptgang führt hauptsächlich Quarz, Pyrit, Arsen- und Kupferkies, wenig Zinnerz und jüngeren Spateisenstein. Aus den Erzen wurden jährlich 2000—4000 t Arsenik dargestellt. Die Förderung von Kupfererz war im Jahre 1856 42000 t, im Jahre 1882 noch 19200 t, 1894 betrug sie nur noch 2314 t. Die Zinnerzproduktion Devonshires ist überhaupt nicht nennenswert.

Es ist bekannt, daß schon die Phönizier aus Spanien und England Zinn geholt haben; die Scilly-Inseln hießen im Altertum die Kassiteriden (Zinninseln). Auch in Cornwall wurden schon in frühester Zeit die Zinnseifen, besonders im westlichsten Teile des Landes und bei St. Austell, ausgebeutet, wie sich aus den Resten alter Schmelzwerke erkennen läßt. Bemerkenswert ist die Anwendung der Dampfmaschine in Cornwall zur Wasserhebung um 1700. Im XVIII. Jahrhundert begann man im Westen den Bergbau auch unterseeisch zu betreiben. Heute hat das Bergwesen von Cornwall bei weitem nicht mehr die frühere klassische Bedeutung; die meisten Gruben sind eingestellt, nur wenige arbeiten noch mit Gewinn. Im Jahre 1871 erreichte die Förderung von Zinnerz (black tin) in Cornwall mit rund 16000 t die größte Höhe und war ungefähr doppelt so groß wie 1854; sie blieb annähernd dieselbe bis gegen 1890 und ist seitdem soweit gesunken, daß jetzt ganz England nur noch eine Produktion von 4462 t Zinnmetall aufweist. Um die Mitte des XIX. Jahrhunderts betrug die jährliche Kupfererzförderung noch gegen 170000 t im Werte von über 20 Mill. Mark; sie hat seitdem fortwährend abgenommen und ist jetzt ganz unbedeutend geworden.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika[1]) sind bis jetzt weder gangförmige noch alluviale dauernd bauwürdige Zinnerzlagerstätten bekannt. Der nennenswerteste Zinnbergbau fand in den Black Hills statt; da das Erz dort in nächster Beziehung zur Entstehung eines Pegmatits steht, so ist das Vorkommen unter den eruptiven Lagerstätten beschrieben worden. Der Zinnstein ist im übrigen von verschiedenen Gegenden der Union bekannt. So tritt Zinnerz bei Riverside in Kalifornien in den Goldseifen von Temescal und gangförmig in einem benachbarten Granit, begleitet von Quarz und Turmalin, auf. Bis 1892 hat ein unbedeutender Bergbau auf solchen Zinnsteingängen stattgehabt. In einem 50 km weit durch Nord- und Südkarolina sich erstreckenden Gebiete wird Zinnstein in Geröllen und in Pegmatitgängen angetroffen. Ohne Bedeutung sind die schmalen, in einem unreinen Kalkstein auftretenden Gänge geblieben, welche bei Winslow in Maine roten Flußspat, Glimmer, Quarz und Arsenkies samt Zinnerz führen. Ungefähr 15 km nördlich von El Paso in Texas, am Ostabhange der Franklinberge, wurde im Jahre 1899 Zinnerz, begleitet von Wolframit und Quarz, gangförmig in Granit angetroffen. Das Nebengestein ist in Greisen umgewandelt. Als abbauwürdig wird das Vor-

[1]) Rolcker, The production of tin in various parts of the world; XVI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1894—1895, Part. III, 458—538. — Collier, The tin deposits of the York region, Alasca; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 229, 1904, 44—46. — Fairbanks, Tin deposits at Temescal; Am. Journ. of Science (4), IV, 1897, 39—42, zitiert von Collier. — Ders., Geology of the Temescal tin district; Ann. Rep. State Min. Bur., XI, 1893, 111—114. — Benedict, The San Jacinto (California) tin mines; Eng. Min. Journ., L, 1890, 450—453. — Ebenda LIII, 1892, 49. — Über Zinn in Nord-Carolina, ebenda LVII, 1894, 112. — Garrison, Tin in the United States; ebenda LXXVIII, 1904, 830—831. — Hunt, Remarks on an occurrence of tin ore at Winslow, Maine; Transact. Am. Inst. Min. Eng., I, 1873, 373—375. — Weed, The El Paso tin deposits; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 178, 1901. — Brown, On cassiterite from Irish Creek, Rockbridge Co., Virg.; Am. Chem. Journ., 14. VII. 1884; Ref. N. Jahrb., 1886, II, — 338 —.

kommen in Virginia bezeichnet. Das Erz tritt auch hier in einem die metamorphen Schiefer durchbrechenden Granit, hauptsächlich zusammen mit Quarz, Wolframit, Arsenkies, Pyrit, Beryll, etwas Flußspat usw., auf.

Die sonstigen Zinnsteinfunde in den Staaten Alabama, Colorado, Connecticut, Georgia, Idaho, Massachussets, Missouri, Montana und Wyoming haben kein größeres geologisches oder technisches Interesse erlangt. Auch in Alasca,[1]) wo man das Erz sowohl in Seifen, wie auch auf Quarzgängen, zusammen mit Flußspat, Lithionglimmer, Kalkspat und Turmalin, anstehend in Greisen bezw. Granit aufgefunden hat, ist es zu einer lohnenden Gewinnung nicht gekommen. Dagegen sind die Vereinigten Staaten nicht arm an Wolframit; besonders im Boulder County in Colorado wird neuerdings dieses Erz gewonnen, von dem im Jahre 1902 in der Union ungefähr 225 t produziert worden sind.

Bei **Trumbull**[2]) in Connecticut wurde vor einigen Jahren ein eigenartiges Scheelitvorkommen abgebaut. Ein etwa 70 m hoher Hügel besteht aus zwei annähernd horizontal gelagerten Massen von Hornblendeschiefern, zwischen welche eine ungefähr 15 m mächtige Lage kristallinen Marmors eingeschaltet ist. Der untere Hornblendeschiefer ruht seinerseits auf granatführenden Muskovitgneisen und Schiefern. Längs der oberen und unteren Grenzfläche der Marmoreinlagerung treten zoisit-, epidot-, quarz- und kalkspatführende Hornblendegesteine auf. Hobbs hält sie für echte Kontaktgesteine und die Hornblendeschiefer für basische Intrusivgesteine. Insbesondere längs der unteren Kontaktfläche des Kalksteins und in einer vertikalen Ausbreitung von 1—1,5 m findet sich in unregelmäßiger Verteilung, stellenweise aber in faustgroßen, kristallinen Massen angereichert, Scheelit, welcher hier merkwürdigerweise z. T. in Wolframit umgewandelt ist. Er wird hauptsächlich von Quarz, Pyrit und strahligem Skapolith, stellenweise auch von Kupferkies nnd Flußspat begleitet. Der Quarz ist drusig und erfüllt Klüfte und Spalten im Marmor und im Kontaktgestein. Der Hügel ist von zahlreichen Gängen durchzogen; dieses sind teils fast ganz reine Quarzgänge, teils Pegmatitgänge, deren Feldspat gewonnen wird, teils aber auch solche mit massenhaftem Topas, rötlichem Flußspat, Margarodit (Kalknatronglimmer), Beryll und etwas Wolframit. Zweifellos besteht ein Zusammenhang zwischen beiden Arten von Lagerstätten. Zinnerz soll früher in der Nachbarschaft neben Wismut, Arsenkies und Blende auf einem Quarzgang vorgekommen sein.

Im Cochise County (Arizona)[3]) hat man meist schwach goldhaltige Wolframitquarzgänge in einem porphyrischen Granit entdeckt; zu Arivaca sind sie indes so goldhaltig, daß das Erz auch als Golderz von Bedeutung sein soll.

Wohl die typischsten Wolframitgänge von der Paragenesis der Zinnerzgänge, aber scheinbar ohne Zinnerz, sind diejenigen, welche Bodenbender aus der **Sierra von Córdoba** in der Argentinischen Republik besprochen hat. Auf der Grube Virgilio bei Sauce[4]) setzt ein Gang in grauem Augengneis auf, $^1/_2$ m mächtig und etwa 1500 m weit im Streichen verfolgbar. Das Liegende zeigt eine so starke Zerrüttung, daß eine scharfe Grenze des Ganges gegen dasselbe nicht wahrnehmbar ist, während das Hangende ein gutes Salband besitzt und durch eine Glimmerlage von der Gangmasse geschieden ist. Haupt-

[1]) Collier, l. c. 36—37.

[2]) Gurlt, On a remarkable deposit of wolfram-ore in the United States; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXII, 1894, 236—242. — Hobbs, The old tungsten mine at Trumbull, Conn.; XXII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1900—1901, Part II, 13—22.

[3]) Wolframite in Arizona; Eng. Min. Journ., LXV, 1898, 608.

[4]) Bodenbender, Die Wolfram-Minen der Sierra von Córdoba in der Argentinischen Republik; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 409—414. — Ders., Comunicaciones mineras y mineralógicas; Bol. Acad. Nac. de Ciencias en Córdoba, XVI, 1900, 206 bis 223, 273—292.



mineral des Ganges ist Quarz, in Massen bis zu $^1/_2$ cbm Größe tritt der Wolframit (mit 13,45 % FeO und 11,02 % MnO) auf. Glimmer überzieht das Salband mit senkrecht dazu angeordneten Schuppen und umhüllt innerhalb des Ganges Bruchstücke des Gneises, Apatit und Wolframit. Apatit ist reichlich vorhanden, spärlich dagegen Molybdänglanz und Flußspat. Ferner findet sich in größeren Massen Kupferkies samt seinen Umwandlungsprodukten, endlich Scheelit und Molybdänocker. Andere Gänge dieser Art durchsetzen Granit.

Zinnerz ist in **Mexiko**[1]) wohl schon zu Zeiten der Azteken nutzbar gemacht worden; die Hauptmasse der im übrigen nicht sehr großen Produktion entstammt auch heute noch, wie damals, den Zinnerzseifen, wo das Erz als „Holzzinn" in konkretionären Massen angetroffen wird. Daß Zinnerz in Mexiko auf Gängen vorkommt, ist gleichfalls lange bekannt; genauere Untersuchungen haben festgestellt, daß alle gangförmigen Vorkommnisse hier an jungeruptiven Rhyolith, stellenweise wohl auch an Rhyolithtuff gebunden sind. Nach Ingalls ist in folgenden Distrikten Mexikos Zinnerz gefunden worden: Durango, Zacatecas, Jalisco, Queretaro, Aguas Calientes, Sonora, San Luis Potosí, Guanajuato; die wichtigsten Vorkommnisse aber liegen bei Cacaria und Potrillos in Durango und bei Teocaltiche in Jalisco. Das Zinnerz findet sich in unregelmäßigen Massen auf Verwerfungsspalten, sehr häufig auch auf der Durchkreuzung von solchen und Absonderungsklüften. Die derbe Füllung in den bald sehr schmalen, bald mehrere Fuß mächtigen Spalten bilden bald dünne, bald dickere Massen, und häufig besitzt das Erz eine ganz unregelmäßig nierenförmige Gestaltung (riñones). Von dem Gange aus ist das Zinnerz in das häufig gänzlich zersetzte, kaolinisierte und „specksteinartig" (wohl zu Steinmark?) veränderte Gestein, den Tuff oder Rhyolith, eingewandert und darin fein verteilt (polvorillo). Auch finden sich in dem Gestein viele Pfund schwere Erzmassen ohne Andeutung eines Ganges. Das Zinnerz ist schwarz, lebhaft rot, gelegentlich auch gelb, ziemlich selten kristallisiert und dann gern schön rot gefärbt. Nach Ingalls soll übrigens der Rhyolith von Potrillos in seiner ganzen Masse etwas zinnerzhaltig sein. Als gelegentliche Begleiter des Erzes werden genannt: Kaolin, Quarz, Chalcedon, Opal, Feldspat, sehr häufig schuppiger Eisenglanz, die fluorhaltigen Mineralien Flußspat, Topas und Durangit;[2]) stellenweise sind Wismut (bei San Luis Potosí), Wolframit (zu San Miguel in Durango) und Molybdänglanz (zu Cacaria in Durango) vorgekommen. Bemerkenswert ist, daß das mexikanische Zinn, wie es im Lande selbst verschmolzen wird, einen gar nicht unerheblichen Gehalt an Antimon und geringe Mengen von Blei und Wismut führt; der Antimongehalt in solchem Rohzinn beträgt bis zu 10 %, wiewohl bisher auf den dortigen Zinnerzgängen noch keine Antimonverbindung nachgewiesen worden ist. „Arsensaures Blei" wird von Cacaria erwähnt.

---

[1]) Ingalls, The tin deposits of Durango, Mexico; Trans. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1895, 146—163, Lit. — Ders., ebenda XXVII, 1897, 428—429. — Halse, The occurrence of tin ore at Sain Alto, Zacatecas etc.; ebenda XXIX, 1899, 502—511. — v. Richthofen, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXI, 1869, 737. — Kleinschmidt, Die Zinnerzlagerstätten bei Durango in Mexiko; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLII, 1883, 109—110. — Pirßon, Mineralogical Notes; Am. Journ. of Science, XLII, 1891, 405 bis 409; Ref. N. Jahrb., I, 1894, —57—.

[2]) Flußspat wird von Ingalls aus Potrillos erwähnt.



Seit 1811 ist das Auftreten des Zinnsteins am Flusse **Onon**[1]) im östlichen Sibirien bekannt, die dortigen Gruben wurden aber schon im Jahre 1843 wieder eingestellt, und erst neuerdings hat man an ihre Wiederaufnahme gedacht. Die von dort stammenden Handstücke vergleicht Breithaupt mit dem Zinnwalder Vorkommen.

In China[2]) kommen reiche Zinnerzlagerstätten bei Kokieu, 25 km W. von Mongtse in der Provinz Junnan, vor.

In Japan sind seit 1655 10 Zinnerzgänge, auf denen das Erz mit Bleiglanz und Pyrit in „tuf tertiaire à gîtes métallifères" auftreten soll, zu Taniyama[3]) im Dep. Kagoshima bekannt. Im Jahre 1897 sollen 26 t Zinn produziert worden sein.

Die wichtigsten Zinnerzgebiete der Erde sind jetzt die Malayenstaaten **Perak** und **Selangor,**[4]) weniger wichtig die übrigen Gebiete im südwestlichen Teile der malayischen Halbinsel. Sie bilden gewissermaßen einen Teil der großen Zinnerzregion, welcher auch die Inseln Bangka und Billiton, sowie gewisse Landstriche Sumatras angehören. Auf der malayischen Halbinsel ist überall das Seifenzinn der Gegenstand des Abbaues, das sich indessen mit Bestimmtheit von dem den Untergrund bildenden Granit herleitet, aus welchem es nur vorübergehend gewonnen wurde. Auf der primären Lagerstätte wird es von Quarz, Turmalin, Flußspat, Pyrit und oft großen Mengen von Arsenkies und von Kupferkies begleitet; in den malayischen Zinnerzseifen finden sich ferner Wolframit, Scheelit, Magnetit, Topas, Glimmer und Saphir. Erwähnt sei auch, daß auf der Grube Leh Chin zu Chongkat Pari in Perak das Erz in Gesellschaft von Pyrit, Arsenkies, etwas Kupferkies und Buntkupfererz samt Manganspat in Imprägnationen, Taschen und Linsen entlang einer Bruchzone und vielleicht ähnlich wie zu Campiglia Marittima in Italien in Kalkstein, endlich auch zu Brush in Perak auf nicht näher bezeichnete Weise längs der Schichtflächen in einem „weichen feinkörnigen Sandstein" von verhältnismäßig jungem Alter angetroffen worden ist. Daß auch die Zinnseifen zu Kuchai in Selangor auf die Erzführung eines ihre Unterlage bildenden Granites zurückzuführen sind, hat Louis[5]) bestätigt. Danach wäre das Erz ursprünglich in einem die peripheren Teile des Granitstockes einnehmenden Zinnerzstockwerk enthalten gewesen, von welchem jetzt infolge der Abrasion nur noch Überreste vorhanden sind.

Auf **Bangka** und **Billiton,**[6]) den beiden Sumatra benachbarten niederländischen Zinninseln, deren Zinnseifen eine zeitlang die ergiebigsten der Erde

[1]) Breithaupt, Paragenesis, 147—148. — Fiedler, Über die alten Zinnstein-Gruben am Onon in Dau-urien; Karst. Arch. f. Min. etc., XII, 1839, 178—188. — Foniakoff, Les richesses minières de la Sibérie; Revue univ. d. mines etc., XXIX, 1895, 109—143, bes. 129. — Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 611.

[2]) Ann. d. Mines (7), XII, 1877, 539—541.

[3]) Les Mines du Japon, Paris 1900, 295.

[4]) Penrose, Tin deposits of Malay Peninsula; Journ. of Geol., XI, 1903, 135 bis 154; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1904, 277—278. — Morgan, Rapport sur les mines d'étain de la vallée de Klian-Lalang, Paris 1885. — Rolcker, The production of tin in various parts of the world; XVI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part. III, 1894 bis 1895, 467—479, Lit.

[5]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 271.

[6]) Posewitz, Die Zinninseln im Indischen Ozeane, I. Geologie von Bangka; Mitt. k. ung. geol. Anst., VII, 1885, 155—182; II. Das Zinnerzvorkommen und die Zinngewinnung in Bangka; ebenda VIII, 1886, 59—106; Ref. N. Jahrb., 1887, II, —107—110—. — Verbeek, Geologische Beschrijvning van Bangka en Billiton; Jaarb.

waren, werden alte, vermutlich präkarbonische Schiefer und Sandsteine von Graniten und Granitgängen durchbrochen und kontaktmetamorph verändert. Wie im sächsischen Erzgebirge, so war auch hier das Gebirge schon zur Zeit der Granitintrusionen gefaltet. Letztere sind teils Granitite, teils Hornblendegranitite oder Aplite. Verbeek stellt fest, daß bis jetzt in den Graniten selbst kein primärer Zinnerzgehalt nachgewiesen werden konnte, aus welchem sich die Seifen ableiten ließen; wohl aber führen sie, wie dies z. B. auch der Eibenstocker Granit zeigt, nach Untersuchungen Winklers 0,01—0,03, selten 0,04 bis 0,07 % SnO_2. Nur stellenweise tritt das Zinnerz stockwerkartig im Granit auf und ebenso hat nur ausnahmsweise (nach Verbeek nur auf dem Sëlintahügel auf Bangka) die Bildung eines nach Beck zu $^1/_4$—$^1/_5$ aus Topas bestehenden, zinnerz- und wolframithaltigen Greisens stattgefunden. Im übrigen kommt das Zinnerz nur auf Gängen im Granit und in den ihn umgebenden Sedimenten, in letzteren bis auf 2—3 km Entfernung von den Granitausstrichen, vor. In den Tonschiefern und Sandsteinen werden sie bis zu 1 m, meistens aber nur wenige Millimeter mächtig und streichen manchmal längs der Schichtflächen. Sie sind vorzugsweise zinnerzführende Quarzgänge, deren Bruchstücke auch in den Zinnseifen angetroffen werden, meistens mit etwas Eisenkies, Spateisenstein und sekundärem Brauneisenerz. Einzelne im Granit aufsetzende Quarzgänge haben Mächtigkeiten von mehreren Metern; nur stellenweise führen sie reichlicheren Wolframit, meistens Magnetit und mitunter Turmalin. Die in den Gängen vorkommenden Quarzkristalle werden hier und da über $^1/_3$ m lang, wie das aus den Zinnseifen geförderte Stücke beweisen. Bis zu mehr als 1000 kg wiegende, deutlich als ehemalige Spaltenfüllung erkennbare Zinnerzblöcke hat man früher gleichfalls in den Seifen angetroffen. Von letzteren soll späterhin noch die Rede sein.

Australien besitzt in verschiedenen Provinzen Zinnerzseifen und -Gänge; beide Arten des Vorkommens sind Gegenstand des Bergbaues, doch sind die wichtigsten Lagerstätten immerhin die Zinnerzseifen des Mount Bischoff in Tasmanien. In Viktoria ist in der **Mount-Wills-Kette**[1]) über eine Fläche von ungefähr 50 qkm Zinnerz zu finden. Das Gebirge besteht hauptsächlich aus teilweise turmalinführendem Granit, an seinem Fuße herrschen kontaktmetamorph veränderte und normale Schiefer und Sandsteine, die von zahlreichen Pegmatit-, Schriftgranit- und Greisengängen durchbrochen werden. Das Zinnerz ist besonders an den Greisen gebunden und bisher vielfach an der Oberfläche abgebaut worden. In Neusüdwales[2]) befinden sich die hauptsächlichsten Zinn-

v. h. Mijnwezen i. Nederl. Oost-Indië, XXVI, 1897, bes. 110—168. Ref. Becks, Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 121—127. Dazu Verbeek, Über die Zinnerzlagerstätten von Bangka und Billiton; ebenda 1899, 134—136. — van Diert, Verslag oon der onderzoekningen aan den heuvel Salinta; ebenda II, 1873, II, 145—149. — Renaud, Rapport van het district Soengeiselan, Eiland Bangka; ebenda III, 1874, I, 3—81. — Huguenin, Rapport van het district Toboali; ebenda VI, 1877, I, 81—160. — Menten, Verslag van een onderzoek naar tinerts op het eiland Singkep; ebenda II, 145—171. — Corder, Rapport van het district Pangkal-Pinang, Eiland Bangka; ebenda VII, 1878, I, 89 bis 126. — Neeb, Verslag omtrent het onderzoek naar tinertsafzettingen in een gedeelde van Midden-Sumatra; ebenda XXXI, 1902, 113—139.

[1]) Howitt, Reports and statistics of the Mining Departement for the quarter ended 31. III. 1890; darin Murray, Report on the Mount Wills tin-field, 15—17; Ref. N. Jahrb., 1891, II, —100—.

[2]) Notizen Stelzners nach einer nicht näher bezeichneten, mir nicht zugänglichen Arbeit Cox' (1886) und nach mündlichen Mitteilungen F. Cohens. — Rolcker,

erzlagerstätten im **Vegetable Creek**-Distrikt in New England. Silurische Schiefer, Sandsteine und Konglomerate sind vielfach von Graniten durchsetzt. Zu Emmaville werden im Granit auftretende, z. T. bis 6 m mächtige Gänge bearbeitet; zahlreiche andere Lagerstätten, die besonders längs der Granitschiefergrenze recht reich sein können, scheinen ganz den sächsischen Stockwerken zu entsprechen, wobei auch hier der Greisen mit Erz imprägniert ist. Teilweise kommt das Erz in den auf dem Granit liegenden Schiefermulden in wenig mächtigen Gängen vor. Wolframit pflegt häufig zu sein; Kupferkies, Pyrit, Flußspat, häufiger Turmalin, weißer fluorhaltiger Glimmer, Topas (besonders auch in den Seifen), auf der Gulf Mine sehr viel Beryll, manchmal auch Wismut sind als weitere Gangmineralien zu erwähnen. Zinnseifen sind unter den jugendlichen, die alten Täler erfüllenden Basaltdecken erhalten.

In Westaustralien wird neuerdings zu Greenbushes,[1] 270 km südlich von Perth und 80 km von der Küste in den Darling Ranges gelegen, Zinnerzbergbau getrieben. Kristalline Schiefer werden von zahlreichen Granit- und Dioritgängen durchbrochen. Der Granit ist mit einem geringen Zinnsteingehalt imprägniert, außerdem sind die Granitgänge von zinnerzführenden Gangzügen parallel ihrem Verlaufe durchzogen und längs dieser in Greisen umgewandelt. Die Gänge enthalten außer dem Erz hellen Glimmer, der nach Krusch lithionfrei sein soll, Quarz und Turmalin. Sie selbst werden häufig nur wenige Millimeter mächtig, indessen sind auch hier die begleitenden Greisenzonen zinnerzhaltig. Wolframit ist bis jetzt in den primären Lagerstätten nicht angetroffen worden, findet sich aber in den sehr verbreiteten Zinnerzseifen der Gegend, welche seit 1891 abgebaut werden. Die Erzproduktion soll im Jahre 1900 824 t betragen haben, war indessen bisher im Jahresdurchschnitt sehr viel niedriger.

In Queensland[2]) wird in verschiedenen Gegenden ein wenig Wismut, Wolfram, Molybdänglanz, ganz besonders aber Zinnerz, letzteres sowohl aus den allerdings gewöhnlich fast trockenen Flüssen, als auch von Zinnerzgängen gewonnen. Nennenswertere Zinnerzdistrikte sind die von Stanthorpe bei Wallangarra an der Südgrenze, die Kangaroo Hills und ganz besonders der **Herberton**-Distrikt im Walsh- und Tinaroo-Erzgebiet, in dessen westlichem und südlichem Teile sich u. a. auch die Kupferminen am Mount Garnet und

l. c. 494—500. — Jaquet, Über die Zinnerzgänge von Euriowie und Wankeroo im Broken Hill-Distrikt; Geol. Surv. of New South Wales, No. 5, 1893. — Ulrich, Observations on some of the recent tin ore discoveries in New England, New South Wales; Quart. Journ. Geol. Soc., XXIX, 1873, 5—11. — David, Geology of the Vegetable Creek tin mining field, 1887; zitiert von Rolcker.

[1]) Gibb Maitland, The mineral wealth of Western Australia; Geol. Surv. Bull. 4, Perth 1900, zitiert von Krusch, Die Zinnerzlagerstätten von Greenbushes in Westaustralien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 378—385.

[2]) Ann. Rep. of the Under Secr. for Mines, 1902, 1903, 1904. — Stirling, Monograph on the geology and mining features of Silver Valley, Herberton; Part. I, II, 1905. — Clotten, Die Zinn- und Wolframvorkommen von Nord-Queensland; Tscherm. Mitt., XXIV, 1905, 137—139. — Hume, Report on the Queensland tin field, 1874.

von Chillagoe befinden. Herberton liegt im nördlichen Teile der Kolonie unter $17^1/_2{}^0$ südlicher Breite. Seifenzinn wurde hier 1889 im Tinaroo-Fluß entdeckt. Die erste Grube, welche auf Gangzinnerz baute, war die Great Northern Freehold Mine, unmittelbar bei Herberton, die von 1880—1886 6800 t 70%iges Erz produziert haben soll. Die seit 1890 in Förderung stehende Grube Vulcan im Irvinebank-Zinnfeld baut auf einem 1,8—5,4 m mächtigen Gang mit 8% Zinnerz. Sie ist weitaus die ergiebigste Zinngrube Queenslands. Das Zinnerzvorkommen ist dort von Topas begleitet. Erwähnung verdient die neuerdings eröffnete Zinn-, Kupfer- und Wismutgrube Lancelot bei Herberton. Sie baut auf einem Quarzgange mit Zinnerz, Wismut und Kupferkies; Flußspat, Topas und Turmalin sollen merkwürdigerweise nicht zugegen sein. Dieser und andere ihm parallele Gänge setzen in wahrscheinlich silurisch-devonischen, von unterkarbonischen Schichten diskordant überlagerten, vorzugsweise aus Sandsteinen, Grauwacken und Tonschiefern bestehenden Ablagerungen auf. Letztere sind stark gefaltet, grenzen gegen Norden und Süden an Granitmassen, gegen Osten an eine Masse von fluidalem Quarzporphyr und wurden im Gefolge der Graniteruptionen zuerst von Quarzfeldspatporphyr-, weiterhin von mehr basischen Gesteinsgängen durchbrochen. Zweifellos steht die Bildung der Zinn-Kupfer-Wismutgänge auch hier im nahen Zusammenhang mit der Intrusion der Granite. Die von der Lancelotgrube gelieferten Erze enthalten etwa 10% Zinnerz, 4% Wismut und 3—8% Kupfer; im Jahre 1904 betrug dort die Produktion 210 t Zinnerz. Auch hier treten in demselben Ganggebiet auch silberhaltige Bleiglanzgänge auf. Die ehedem etwas wichtigere Coolgarra-Zinngrube ist jetzt aufgelassen. Ein weiterer nennenswerter Zinndistrikt sind die Kangaroo-Hills bei Herberton, wo das Erz sowohl aus Seifen wie von Gängen gewonnen wird. Auf Wismut wird außerdem insbesondere im Biggenden-Distrikt (westlich Maryborough, $25^1/_2{}^0$ südlicher Breite) gebaut. Sehr reiche Wolframlagerstätten gibt es im Norden der Kolonie bei Herberton und im Hodgkinson-Distrikt.

Der wichtigste, schon mehrere Jahrzehnte lang betriebene Bergbau auf Zinnerzgänge in Tasmanien ist der im Nordosten der Insel, 250—500 m hoch gelegene **Blue Tier**-Distrikt.[1]) Die Gänge treten nach Art der sächsischen Zinnerzgänge von Greisen begleitet im postsilurischen Granit auf; Turmalin, Topas und Saphir sind spärlich vorhanden und besonders auf den Seifen nachzuweisen. Das Vorkommen fast horizontaler Greisenbänke scheint an Zinnwald zu erinnern. Der Zinnerzgehalt des Zwitters beträgt $^3/_8$—1, im Durchschnitt $^1/_2$%; die Gewinnung geschieht im Tagebau. Die ergiebigsten Minen sind die Anchor-, die Australian-, Liberator- und Crystal Hill-Grube. Die Stony Ford-Grube bei St. Helens baut auf einer Lagerstätte im Kontakt zwischen dem Granit und dem umgewandelten Silurschiefer. Wolframitgänge scheinen nur stellenweise vorzukommen.

---

[1]) Twelvetrees, Outlines of the geology of Tasmania; Handbook Austr. Ass. f. the Advanc. of Science, Hobart 1902, 18—34; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1902, 273 bis 278, Lit. — Sandeman, The mineral resources of Tasmania; Transact. Inst. Min. Eng., XVIII, 1899—1900, 32—37.



Die bekannteste und zurzeit ergiebigste Zinnerzlagerstätte Australiens ist die Trümmerlagerstätte am Südabhange des 762 m hohen **Mount Bischoff**[1]) im Nordwesten Tasmaniens. Dieser besteht zum großen Teile aus wahrscheinlich silurischen Schiefern, Sandsteinen und Quarziten, welche, soweit bekannt, von 17 größeren Gängen von Quarzporphyr, von tauben Quarz- und Zinnerzgängen durchzogen werden. Das nächste Granitmassiv ist $3^1/_2$ km entfernt. Eine den Berg umgebende Basaltdecke sei nur nebenbei erwähnt. Die Zinnerzgänge zeigen fast immer eine massige, seltener lagenförmige Struktur; sie führen vorwiegend Quarz, Arsenkies, Eisenkies, fein verteiltes oder derbes Zinnerz, viel Eisenspat, Flußspat, Pyrophyllit, weniger Wolframit und scheinbar selten Topas. Die Salbänder dieser in den Schiefern aufsetzenden Gänge bestehen aus Sericit. Ein besonderes wissenschaftliches Interesse hat der Mount Bischoff durch die sehr eingehenden Studien v. Groddecks erhalten, welche den Nachweis erbrachten, daß dort gerade so wie am Schneckenstein im Vogtlande eine Umwandlung von Quarzporphyrgängen in Topasfelse seitens des in der Tiefe ruhenden Granits stattgefunden hat. Von den ursprünglichen Hauptbestandteilen des Porphyrs sind der Glimmer und Feldspat verschwunden und haben einem dichten, meist feinkörnigen Gemenge von massenhaftem Topas, Turmalin, Quarz, daneben von Zinnstein, Magnet-, Schwefel-, Arsenkies und Flußspat Platz gemacht. Das Nebengestein des Porphyrs bilden Schiefer, Sandsteine und Quarzite; die Schiefer sind gleichfalls in der Nähe des die Umwandlung bewirkenden Granits turmalinisiert, nur spärlich führen sie auch Topas und etwas Zinnerz.

Im **Heemskirk-Distrikt**[2]) an der Westküste von Tasmanien, nahe den Zinnkies führenden Bleierzgängen von Zeehan, durchbricht ein Granitit neben basischeren Eruptivmassen silurische Sandsteine und Schiefer. Er ist selbst stellenweise turmalinführend und wird von zahlreichen, oft reichlich turmalinführenden Granit- und Aplitgängen, von zinnfreien und zinnerzhaltigen Turmalinquarzgängen durchzogen. Die letzteren sind von Greisenzonen begleitet, treten gruppenweise in parallelen Zügen auf und setzen in die benachbarten silurischen Schiefer über, welche teilweise scheinbar eine ganz ähnliche Turmalinisierung erfuhren wie die Schiefer bei Eibenstock. Gewöhnlich ist der Greisen reicher an Zinn als der Quarzgang; außer von Quarz wird das Erz begleitet von Turmalin, Pyrit, Kupfer- und Arsenkies, etwas Wismutglanz, Wolframit und seltenem Molybdänglanz. Abgesehen von den Zinnerzgängen treten auch sulfidische Erzgänge mit manchmal viel Arsen- und Kupferkies und einem schwachen Gold- und Silbergehalt, gelegentlich auch mit Zinnkies, Bleiglanz, selten mit Wolframit und höchstens mit Spuren von Zinnerz auf. Längs dieser Gänge ist der Feldspat des Granits in Pyrit umgewandelt.

[1]) Wintle, Stanniferous deposits of Tasmania; Transact. Roy. Soc. of New South Wales, IX, 1875, 87, zitiert von v. Groddeck. — Ulrich, Briefl. Mitt., N. Jahrb., 1877, 494—497. — v. Groddeck, Zur Kenntnis der Zinnerzlagerstätte des Mount Bischoff in Tasmanien; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXVI, 1884, 642—652; XXXVIII, 1886, 370—375; XXXIX, 1887, 78—87. — v. Fircks, Die Zinnerzlagerstätten des Mount Bischoff in Tasmanien; ebenda LI, 1899, 431—464. — Klockmann, Über den Anteil v. Groddecks an der Deutung der Zinnerzlagerstätte des Mt. Bischoff; ebenda LII, 1900, 167—168. — Kayser, On Mount Bischoff; Australas. Ass. f. the Advanc. of Science, Hobart, Sect. C., 1892. — Kayser and Prövis, On the Mt. Bischoff; Proc. Inst. Civ. Eng., CXXXIII, 1895—1896, 4. — Twelvetrees and Petterd, On the topaz-quartz-porphyry or stanniferous elvan-dykes of Mt. Bischoff; Australas. Ass. f. the Advanc. of Science, Oct. 1897. Die drei letzteren Arbeiten zitiert v. Fircks.

[2]) Waller, Report on the tin ore deposits of Mount Heemskirk, Dep. of Mines, Hobart.



Ein weiterer Zinnerzdistrikt, gebunden an wahrscheinlich devonische Granitdurchbrüche, ist der von Ben Lomond, über welchen gleichfalls Waller[1]) berichtet hat.

Zinnerz tritt innerhalb von Granit zu Enkeldoorn, ferner gebunden an Greisen zu Vlaklaagte und Roodepoortje in Transvaal[2]) auf. Ebensowenig wie dort haben sich die Hoffnungen erfüllt, die man an das Vorkommen des Erzes bei Embabaan und Darkton in Swazieland[3]) knüpfte, wo es teils anstehend in Pegmatit, teils auf Seifen gefunden wurde. Nach Molengraaff wird hier der Zinnstein auch auf der primären Lagerstätte von Korund begleitet.

13. Die Turmalin-Kupfererzgänge.

Als die hauptsächlichsten Vertreter dieser Gruppe, deren Eigenheiten schon v. Groddeck[4]) teilweise erkannt hat, sind die Kupferzinnerzgänge Cornwalls zu betrachten, welche um so mehr auch zu den Zinnerzgängen gerechnet werden konnten, als sie gegenwärtig nur als solche Bedeutung besitzen. Die folgende mineralogische Charakteristik der turmalinführenden Kupfererzgänge muß aber auch den Cornwaller Gängen gerecht werden.

Die Turmalin-Kupfererzgänge nehmen eine Mittelstellung zwischen den fast sulfidfreien Zinnerzgängen und den eigentlichen Kupfererzgängen ein; auf der anderen Seite besteht keine scharfe Grenze gegenüber den Turmalin-Golderzgängen. Zinnerz ist im ganzen charakteristisch für die Cornwaller Gänge dieser Art; von weiteren Oxyden sind da und dort nachgewiesen: Rutil, Anatas, Eisenglanz; Wolframit oder Scheelit (auch Cuproscheelit) treten stellenweise auf, ebenso Molybdänglanz; auch Wismutglanz, Wismut und Tellurwismut sind nicht überall vorhanden, ebensowenig Arsenkies. Außer dem oft reichlichen Pyrit kommen Bleiglanz und Zinkblende gelegentlich, aber stets untergeordnet vor. Manche Gänge dieser Art haben einen bemerkenswerten Goldgehalt. Von Gangarten sind stets vertreten Quarz und Turmalin, letzterer mitunter massenhaft und als zweifellos mit den Erzen gleichzeitig gebildeter Bestandteil. Sieht man von dem gelegentlichen Einbrechen des Topases auf den Cornwaller Gängen ab, so sind weiterhin als Gangarten zu erwähnen: Flußspat, Apatit und Karbonspäte, wie Eisenspat, und Glimmer und Chlorit.

Die im folgenden zu erwähnenden norwegischen und chilenischen Gänge enthalten kein Zinnerz. Ihre Verwandtschaft mit den Zinnerzgängen beruht außer in der gemeinschaftlichen Quarz- und Turmalinführung darin, daß auf ihnen bald dieses oder jenes Mineral aus der für die Zinnerzgänge in ihrer Gesamtheit so wichtigen paragenetischen Genossenschaft einbricht. In Norwegen stehen diese Gänge in unzweifelhaften Beziehungen zu sauren Tiefengesteinen

[1]) Report on Ben Lomond tin deposits; Dep. of Mines, Hobart.

[2]) Hatch and Corstorphine, Geology of South Africa, 193. — Merensky, Neue Zinnerzvorkommen in Transvaal; Ztschr. f. pr. Geol., 1904, 409—411.

[3]) Molengraaff, Ann. Rep. of the State Geol. of the S. Afr. Rep. for 1897; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1900, 146—147.

[4]) Lagerstättenlehre, 1879, 198.

und haben diese, sobald sie selbst ihr Nebengestein bilden, in echten Greisen verwandelt. Für Chile sind solche Beziehungen nicht allgemein erwiesen.[1])

Mehr oder weniger untergeordnete Vorkommnisse dieser Art sind aus verschiedenen Gegenden bekannt geworden. So fanden noch in neuerer Zeit Bergbauversuche am Westabhange des Monte Mulatto[2]) bei Preddazzo im Fassatal (Südtirol) auf zusammengesetzten Gängen in Melaphyr statt, welche Kupferkies, Schwefelkies, Turmalin, Scheelit, Apatit, Feldspat und Quarz als mehr oder weniger gleichzeitig gebildete Mineralien, daneben seltener etwas Bleiglanz und als späteren Einwanderer Kalkspat enthalten. Auch Lievrit wird erwähnt. Die ersteren Mineralien treten auch in dem benachbarten z. T. turmalinführenden Granit auf, mit dessen Eruption der Erzabsatz zweifellos im Zusammenhang steht. Einsprengungen von bis zu faustgroßen Massen von Kupferkies, Turmalin, Pyrit, Flußspat, Feldspat und Quarz finden sich in dem Granit nesterförmig derart, daß dieselben als allerletzte, wenn auch unter Zutun der Pneumatolyse gebildete Ausscheidungen betrachtet werden können.

Am Copper Mountain[3]) in Britisch Columbia kommt Buntkupfererz und Kupferkies gelegentlich zusammen mit Turmalin, Flußspat, etwas Quarz und Kalkspat, untergeordnet auch Kupferglanz und Kupferindig in einem Pegmatit vor. Chemisch ist auch die Anwesenheit von Platin nachgewiesen worden, das in mikroskopischen Kriställchen als Sperrylith ($PtAs_2$) u. a. im Glimmer des Pegmatits vermutet wird. Der Buntkupferkies wird als primärer Bestandteil des Pegmatits bezeichnet, die übrigen Kupfersulfide einschließlich des Kupferkieses sollen nach Catherinet aus diesem entstanden sein.

Turmalinführende Kupfergänge in Oregon erwähnt Lindgren.[4]) Auch die Gänge von Porvenir im Cananea-Distrikt in Mexiko gehören nach Weed[5])

[1]) * Es darf nicht übersehen werden, daß die Zurechnung der Turmalin-Kupfererzgänge zu den pneumatolytisch-hydatogenen Gängen hauptsächlich mit Hinsicht auf ihre mineralogische Zusammensetzung geschieht, daß aber ihre besonderen Entstehungsbedingungen, d. h. hier der Beweis, daß sie nur bei hohen Temperaturen in der Nähe von Eruptivgesteinen entstanden sein können, allein den geologischen Verhältnissen entnommen werden dürften. Da vor allem die Art und Weise des geologischen Vorkommens der chilenischen Kupfererzgänge nur mangelhaft bekannt ist, so läßt sich bisher auch ihre genetische Verwandtschaft mit den cornwallischen Zinnkupfererzgängen nicht überzeugend vertreten. Ob das Vorkommen von Turmalin allein für pneumatolytische Vorgänge beweisend ist, muß dahingestellt bleiben, da dieses Mineral auch in den Spateisenstein-Kupfererzgängen und den Nickel-Kupfererzgängen von Ungarn einbricht, für welche eine pneumatolytische Entstehung anzunehmen bisher kein Grund vorliegt. Andererseits fehlt Turmalin, Wolframit, Molybdänglanz, Apatit und Flußspat gerade in den massetanischen Kupfererzgängen, die sogar ihr Nebengestein nach Art der Kontaktmetamorphose umgewandelt haben (S. 820). *

[2]) v. Klipstein, Mitteilungen aus dem Gebiete der Geologie und Palaeontologie, I, 1845, 78—79. — Becke, Scheelit im Granit von Predazzo; Tscherm. Mitt., XIV, 1895, 277—278. — A. Hofmann, Vorläufiger Bericht über turmalinführende Kupferkiese von Monte Mulatto; Sitz.-Ber. k. böhm. Ges. d. Wiss., II. Kl., 1903, No. 17, 25. III. 1903. — Romberg, Geologisch-petrographische Studien im Gebiete von Predazzo, II; Sitz.-Ber. preuß. Ak. d. Wiss., XXXII, 1902, 758—759.

[3]) Catherinet, Copper Mountain, British Columbia; Eng. Min. Journ., LXXIX, 1905, 125—127.

[4]) The gold belt of the Blue Mountains of Oregon; XXII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1900—1901, Part II, 629.

[5]) Notes on certain mines in the States of Chihuahua, Sinaloa and Sonora, Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXII, 1902, 396—443, bes. 440—441.

dem turmalinführenden Typus der Kupfererzgänge an. Nach Scheibe[1]) enthalten gewisse Kupfererze des Kuisib-Tales in Deutsch-Südwestafrika Turmalin.

Von einiger Bedeutung sind die besonders von Vogt genauer studierten Kupfererzgänge von **Thelemarken**[2]) und Saetersdal in Norwegen gewesen. In sehr großer Menge durchschwärmen solche die das Grundgebirge zusammensetzenden Gneise, Glimmer- und Hornblendeschiefer, Quarzite und Phyllite dort, wo diese von Graniten durchbrochen werden, und kommen teilweise in letzteren selbst vor. Vogt unterscheidet: Erzgänge innerhalb der Granitmassive (Klovereid) und Quergänge (Leitergänge, Fig. 134, S. 509) in Granitgängen (Näsmark), Gänge im Kontakt längs letzterer und der Schiefer (Moberg), Erzgänge und Imprägnationsklüfte im Schiefer unmittelbar neben der Granitgrenze und Quer- und Lagergänge im Schiefer (Aamdal), mehr oder weniger eng benachbart dem Granit. Alle diese Lagerstätten führen Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz, mitunter Magnetkies, Pyrit, Molybdänglanz, Eisenglanz, Arsenkies, Zinkblende, Bleiglanz (und selten Selenblei), Fahlerz, Wismuterze (Tellurwismut, Wismutglanz, Wismut), Uranerze (z. B. Uranpecherz und Uranocker), Magnetit, Titaneisen, Rutil, gediegen Gold und Silber samt allerlei sekundären Kupfererzen in Begleitung von Quarz, Muskovit, Kalkspat, Dolomit, Flußspat, mitunter viel Turmalin und seltener mit Beryll und Apatit. Mineralogisch sind sich die Gänge ähnlich, wenn auch das Mengenverhältnis der Gangmineralien ein wechselndes ist; stellenweise bricht Flußspat so massenhaft ein, daß er abgebaut wird. Die wichtigste Kupfergrube von Thelemarken ist Aamdals-Kupferwerk in Skafse; sie arbeitet auf drei Lagergängen und einem Quergang im Schiefer in unmittelbarer Nähe von Granit. Von dem in den oberen Teufen 0,5—0,75 m, in den unteren 1—2 m mächtigen Hauptlagergang gehen kleine Quergänge, sogen. „Springgänge“ ins Hangende; längs ihrer Anscharung ist der Hauptgang etwas reicher. Der Aamdaler Kupferbergbau besteht seit ungefähr 1691. Im Jahre 1899 hat er nur noch 790 t 20°/₀iges Erz gefördert. Durch das reichliche Auftreten von gediegen Kupfer und Silber (im Verhältnis von durchschnittlich 2—3 Ag : 100 Cu) war ein im Jahre 1883 entdecktes Vorkommen zu Dalane

[1]) Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XL, 1888, 200.

[2]) Scheerer, Die Kupfererz-Fundstätten in Sätersdalen im südlichen Norwegen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., IV, 1845, 449—456. — Ders., Beiträge zur Kenntniß norwegischer Mineralien; ebenda 849—859, 891—900, bes. 854. — Ders., Über die Kupfererz-Gangformation Tellemarkens in Norwegen; ebenda XXII, 1863, 157—163. — Dahll, Om Thelemarkens geologi; Nyt. mag. f. naturv., 1860, No. 11; zitiert von Vogt. — Herter, Über die Erzführung der thelemarkischen Schiefer; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIII, 1871, 377—398. — Vogt, Om den Thelemark-Saetersdal'ske ertsformation; Norske ertsforekomster, 73—116; Arch. f. math. og naturvid., IX, 1884. — Ders., Tillaeg til: Den Thelemark-Saetersdal'ske ertsformation; dasselbe 2. Reihe, 53 bis 101; ebenda XII, 1887. — Ders., Über die durch pneumatolytische Processe an Granit gebundenen Mineralneubildungen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 458—465. — Ders., Beiträge zur genetischen Classifikation der durch magmatische Differentiationsprozesse und der durch Pneumatolyse entstandenen Erzvorkommen; Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 381—399; 1895, 145—156, 367—370, 444—459, 465—484, bes. 1895, 149—152.

ausgezeichnet. Die alte, jetzt aufgelassene Grube von Guldnaes arbeitete auf etwas silberhaltigem Kupferkies und Buntkupfererz, die mit Quarz und Kalkspat in netzartig den Quarzitschiefer durchziehenden Klüften in der Nachbarschaft eines Grünsteinganges auftraten.

Schon von den früheren Beobachtern, Scheerer, Dahll und Kjerulf, ist ein genetischer Zusammenhang zwischen diesen Kupfererzgängen und den Graniten behauptet worden. Vogt hat dann auf die nahen mineralogischen Beziehungen zwischen den ersteren und den Zinnerzgängen und vor allem auch darauf hingewiesen, daß hier wie dort die Gangfüllung von einer ausgesprochenen Greisenbildung im Granit begleitet ist. Die Greisenzone ist wenige Zentimeter bis zu 0,5 m mächtig. Die Umwandlung beginnt in einiger Entfernung von den Gängen damit, daß der Biotit durch Muskovit ersetzt wird, der näher am Salband auch den Feldspat verdrängt, bis unmittelbar am Erzgang nur noch Muskovitgreisen vorhanden ist, in welchem der Muskovit über den Quarz vorwaltet. Der Granit besteht aus Quarz, Mikroklin und Orthoklas, Oligoklas und wenig Magnesiaglimmer (Meroxen); untergeordnet ferner aus Titanit, Zirkon, Apatit und Magnetit. Muskovit fehlt ganz oder fast ganz. Der aus dem Granit hervorgegangene Greisen aber enthält neben den akzessorischen Rückständen (Zirkon, Apatit, wenig Erz und etwas wohl sekundärer Rutil) vorwiegenden Quarz und Muskovit; dazu kommen noch gewöhnlich etwas Kalkspat, kleine Flußspatkristalle und Epidot. Die beginnende Umwandlung des Biotits in Muskovit ist auch von einer Epidotbildung begleitet. Der in Umwandlung begriffene Feldspat zeigt im Innern Muskovit und sekundären Quarz (weil der Orthoklas 64,18 %, der Muskovit aber nur 45—47 % SiO_2 enthält).

Die wichtigsten Kupfererzgänge **Chiles**[1]) gehören mineralogisch zu diesem Gangtypus. Sie sind weithin durch die nördlichen Provinzen des Landes verteilt; die das Nebengestein der Gänge bildenden Gesteine scheinen sehr mannigfacher Art, basische wie saure, ältere und tertiäre Eruptivgesteine zu sein. Nur untergeordnet wird Granit oder Syenit genannt, meistens werden die erzführenden Gesteine als Diabasporphyrite, Porphyrite, Porphyre, Aphanite, Gabbros und Diorite bezeichnet. Der große Reichtum der chilenischen Kupfererzgänge bestand in oxydischen Erzen (Atacamit, Malachit, Lasur, Brochantit, Rotkupfererz, Kieselkupfer, z. T. als Dioptas, usw.), in gediegen Kupfer und den darunter folgenden reichen Kupfersulfiden (Kupferglanz und Buntkupfererz), die erst in der Teufe in den Kupferkies übergingen (S. 548).

[1]) Domeyko, Ensaye sobre los depósitos metaliferos de Chilé, 1876. — v. Groddeck, Über Turmalin enthaltende Kupfererze vom Tamaya in Chile nebst einer Übersicht des geologischen Vorkommens der Bormineralien; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIX, 1887, 237—266, Lit. — Stelzner, Über die Turmalinführung der Kupfererzgänge von Chile; Ztschr. f. pr. Geol., 1897, 41—53, Lit. — Weltz, Nachrichten aus dem nördlichen Chili; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 261—264. — Lipken, Über Kupferbergbau in Chile; ebenda 129—132, 137—143. — vom Rath, Mineralien von Copiapo in Chili; Ztschr. f. Krist., V, 1881, 256—258. — Möricke, Einige Beobachtungen über chilenische Erzlagerstätten und ihre Beziehungen zu Eruptivgesteinen; Tscherm. min.-petr. Mitt., XII, 1891, 186—198. — Darapsky, Taltal, 1900, 167—172.



Der ergiebigste chilenische Kupferdistrikt ist der von Tamaya, 30° 30′ südl. Br., 20 km NW. von Ovalle. v. Groddeck bezeichnet als Nebengestein der Gänge ein sehr plagioklasreiches Gestein von porphyrischer Struktur und ein quarzporphyrartiges Gestein. Turmalin ist z. T. massenhaft in allen Kupfererzen, in dem begleitenden Kalkspat und Quarz und in den spätigen, quarzigen, glimmerigen und chloritischen Massen enthalten, welche inmitten der Erze vorkommen. Auch gediegen Gold findet sich, und Stelzner konnte ferner etwas Anatas nachweisen; erwähnt werden auch außer viel Quarz Eisenglanz, Tremolit und Asbest. Seit 1835 war Tamaya die reichste Kupfergrube Chiles; sie produzierte 1874—1875 42000 t Erz mit selten weniger als 16—17, im Durchschnitt aber 35 % Kupfergehalt. Nach Domeyko ist das Erz frei von Antimon, Arsen, Silber, Blei und Zink. Der unter 35—40° einfallende Hauptgang ist 1—2 m mächtig. Die hauptsächlichste der in der Blütezeit arbeitenden Gruben war Rosario. Der benachbarte, sehr wichtige Kupferbergbau von Panulcillo, wo 1875 50000 t 5 %iges Erz gewonnen wurden, scheint auf Kontaktlagerstätten umzugehen. In geringer Entfernung vom Hafen Totoralillo (29° 30′) bei Coquimbo liegt La Higuera; die zahlreichen in „Dioriten" aufsetzenden Gänge enthalten gleichfalls etwas Turmalin, ebenso die von Campanillas bei La Serena, wo 1875 über 8000 t 6—11 %iges Erz produziert wurden. Die wichtigsten Gruben des sehr kupferreichen Departements Freirina, südlich von Copiapo (28°), sind Carrizal und S. Juan. Zu Carrizal führen die bis zu 10 m mächtigen Gänge stellenweise reichlichen Molybdänglanz in Begleitung der Kupfererze und von Turmalin. San Juan ist der älteste und ausgedehnteste Kupferdistrikt Chiles. Die turmalinhaltigen, im Granit aufsetzenden Kupfererze von Remolinos sind nach Möricke goldführend. In der Provinz Santiago verdient Peralillo, 31 km von der Hauptstadt, genannt zu werden. Der 1,5 m mächtige, in Diorit aufsetzende Gang führt in 6—7 m Teufe eisenschüssige Massen mit Scheelit und Cuproscheelit, $(Ca, Cu)WO_4$, samt Turmalin; wo der Gang reich an Kupfer- und Eisenkies ist, enthält er viel Molybdänglanz. Die von Stelzner untersuchten Gesteine aus dem Grubendistrikt von Los Condes, 90 km O. von Santiago, sind Granite und porphyrartige Granite, die möglicherweise der Gruppe der jungen Andengranite zuzurechnen sind, ferner Andesite und Aphanite. Die Füllung der stockwerkartigen Lagerstätten besteht aus Kupferkies, Pyrit, Eisenglanz, Quarz, Turmalin, Anatas und Zirkon, welch letzterer vielleicht aus dem zersetzten Nebengestein herrührt.

Ungemein reich an Kupfererzen ist die Provinz Atacama insbesondere in der Gegend von Paposo im Departement Taltal (25° 30′), dessen gleichnamige Hauptstadt dem Kupferbergbau seine Entstehung verdankt. Landeinwärts von dem Hafen Chañaral liegen u. a. die Gruben Salado, Placeres und Carrizalillo; letztere soll von 1855—81 250000 t oxydische Kupfererze geliefert haben. Bei Paposo war die Grube Unión ganz besonders reich an sekundären Eisenoxydsulfaten (s. S. 546), an Kupfervitriol, Brochantit usw., während in der Gegend von Taltal hauptsächlich Atacamit gewonnen wurde. Als Taltalit ist ein Gemenge von Kupfererzen und Turmalin bezeichnet worden. Nahe Paposo erreicht der lange Zug der Kupfererzlagerstätten das Meer: „Fast auf jeder von

der Brandung zernagten Felsnase springt eine oder die andere Leiste grün- und rotgefärbter Kupferimprägnationen auf.“ (Darapsky.) El Cobre war besonders in den 1850er Jahren eine sehr reiche Grube.

Zwischen 1835 und etwa 1880 war Chile eines der wichtigsten Kupferländer der Erde; um 1840 lieferte die Republik aus den reichen Gangausstrichen ungefähr ein Drittel der ganzen Weltproduktion, die Gesamtausfuhr von 1844 bis 1898 wird zu 1771000 t angegeben. Schlechte Verkehrsverhältnisse sind der Entwickelung hinderlich, vor allem aber gestattet vielfach der Mangel an Wasser für die Aufbereitung nicht andere als sehr hochprozentige Erze zu verwerten. Nachdem die Produktionsziffer während der 1890er Jahre auf 20—25000 t stehengeblieben war und kaum die Hälfte der Ausfuhr des vorhergehenden Jahrzehnts erreicht hatte, betrug sie 1903 wiederum 31500 t.

14. Die Turmalin-Golderzgänge.

Auf den Goldgehalt mancher Turmalinkupfererzgänge, wie zu Remolinos und Tamaya, ist schon im vorigen hingewiesen worden. Als ein goldreicheres Vorkommen unter den norwegischen Erzgängen dieser Art soll hier nach Vogt **Svartdal** in Thelemarken besonders hervorgehoben werden.

Das Gebiet besteht größtenteils aus Quarzitschiefern, die von einer 15 bis 20 km langen Zone von biotitreichen Quarzdioritmassen durchbrochen werden. Die zahlreichen Gänge setzen nur untergeordnet in den Schiefern, hauptsächlich in zwei einander benachbarten Eruptivmassen auf, deren größere etwa 2,5 km breit und mindestens 4 km lang ist; sie führen vorzugsweise Quarz, manchmal lokal auch in ihrer ganzen 0,5—1 m betragenden Mächtigkeit Turmalin oder größere Mengen Eisenspat, ferner etwas Epidot und Muskovit. Als Erze sind gediegenes hacken- oder blattförmiges Gold, Kupferkies, Schwefelkies, Wismutglanz und ein wenig Bleiglanz zu nennen. Die Struktur der Gänge ist manchmal eine lagenförmige, indem Quarz und Muskovit die Salbänder bilden, auf diese Turmalin folgt und endlich in der Mitte Eisenspat die Spalte erfüllt. Das Gold ist besonders an den Wismutglanz gebunden, der seinerseits in den quarzigen Zonen der Gänge angereichert ist. Auch diese Gänge, die sich bis über 1100 m weit verfolgen lassen, haben den granitähnlichen Quarzdiorit bis zu einer Breite von 0,5 m in einen aus Quarz und Muskovit, auch etwas Kalkspat und Erz bestehenden Greisen umgewandelt. Sie unterscheiden sich von den Kupfererzgängen Thelemarkens nur durch ihren höheren Goldgehalt. Wie diese werden sie von Vogt analog den Zinnerzgängen für das Ergebnis pneumatolytischer Nachwirkungen des sauren Eruptivgesteins angesehen.

* Die engen Beziehungen goldführender Quarzgänge zu sauren Tiefenintrusionen, besonders zu Graniten, sind schon von verschiedenen Seiten behauptet worden. Fuchs und de Launay weisen darauf hin, daß manche in den Zinnerzgängen einbrechende Arsenkiese goldhaltig sind, wie z. B. derjenige von

[1]) Norske ertsforekomster, 2. Reihe, 1887. 84—100; Arch. f. math. og naturv., XII.



Villeder und Saint-Léonard;[1]) ein wenig Gold begleitet auch das Zinnerz in den Turmalinschiefern von Eibenstock. Gold tritt, wenn auch nur selten, auf Wolframitgängen auf, so z. B. in Colorado (s. S. 945). Manche für die Zinnerzformation charakteristische Bestandteile sind insbesondere von den Goldquarzgängen da und dort bekannt, so Turmalin (Meadow Lake, Beresowsk), des öfteren Wismut, seltener Molybdänglanz, ferner Feldspäte, die z. B. in Kalifornien (Shaw Mine) mitunter einbrechen und für die Golderzgänge von Morro Velho u. a. in Brasilien charakteristisch sind. Gold findet sich auf Quarzgängen mitunter in Begleitung von Scheelit, so zu Schellgaden, ferner zu Charity in Idaho, von wo Silliman das Zusammenvorkommen von Scheelit mit Gold, Arseneisen und Kupferkies beschrieb,[2]) und im Val Toppa.[3]) Zu Otago[4]) auf der Südinsel von Neuseeland kommt Scheelit in gewinnungswürdiger Menge und als wichtiges Wolframmineral mit Goldquarzen vor, so daß beim Verwaschen der Erze ein Sand von Schwefelkies, Gold und weißem Scheelit hinterbleibt; zu Glenarchy am Wakatipu-See durchsetzt ein 1—1,2 m mächtiger Quarzgang metamorphe Schiefer; er ist etwas goldhaltig und führt außerdem große Massen von Scheelit. Auf der Golden Point Mine bei Otago hat man sowohl das Gold wie den Scheelit gewonnen.[5]) Vielen Goldquarzgängen sind Granite unmittelbar benachbart, so daß die Vermutung eines genetischen Zusammenhanges sehr nahe liegt. *

Der Gedanke, daß gewisse Goldquarzgänge nichts anderes seien als die letzten sauren Differentiationsprodukte von Tiefengesteinen und genetisch den Pegmatiten nahe stehen, ist wohl am ausführlichsten durch Spurr[6]) erörtert worden, auf dessen Ausführungen späterhin zurückgegriffen werden soll. Am glaubhaftesten könnten diese Beziehungen durch die Schilderung werden, die Hussak von dem merkwürdigen turmalinführenden Goldvorkommen von **Passagem** in Brasilien gegeben hat. Diese Goldquarzlagerstätte, 7 km östlich von Ouro Preto in Brasilien, hält Hussak,[7]) der sie genau beschrieben hat, für einen übersauren

[1]) Gîtes minéraux, II, 139, 144, 890. — Lacroix, Sur l'origine de l'or de Madagascar; Compt. Rend. Ac. d. Scienc., CXXXII, 1901, 180—182. — Pošepný, Arch. f. prakt. Geol., I, 1880, 99.

[2]) Gold in scheelite, found at Charity Mine, Warren's, Idaho; Eng. Min. Journ., XXXIII, 1877, 279.

[3]) E. Le Neve Foster, Gold in scheelite; ebenda 398. — Ders., Mitt. v. d. British Ass. Adv. Science, 1869; Ann. d. Min. (6), XX, 1871, 566.

[4]) Rickard, Tungsten; Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 448. — Ders., The gold fields of Otago; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 411—442, bes. 417. — Eng. Min. Journ., LXIX, 1900, 736.

[5]) Es steht dahin, ob bei dem einen oder anderen Vorkommen wirklich eine gleichzeitige Bildung der genannten Mineralien anzunehmen ist.

[6]) A consideration of igneous rocks and their segregation or differentiation as related to the occurrence of ores; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 288 bis 340. — Ders., Geology of the Yukon gold district, Alasca; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1896—1897, Part. III (1898), 87—392, bes. 308—316. — Ders., The Silver Peak region, Nevada; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 759—760.

[7]) Der goldführende kiesige Quarzlagergang von Passagem in Minas Geraes, Brasilien; Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 345—357. — Siehe auch dieses Buch S. 600.

granitischen Lagergang, der mit einem flachen Einfallen von 18—20° zwischen Itabirit im Hangenden und Glimmerschiefer im Liegenden emporgedrungen ist. Sein unmittelbares Nebengestein bilden turmalinführende, von dem Gange zerstückelte Itacolumite und ein aus Quarz, Hercynit, Magnetkies und Cummingtonit (d. i. ein monokliner Amphibol, $(Mn,Fe)SiO_3$) bestehendes Gestein im Hangenden, und Staurolith, Almandin und z. T. Disthen führende, teilweise graphitische Schiefer im Liegenden. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 2—15 m, die mächtigsten Partien enthalten große Massen des erwähnten Itacolumits. Er besteht hauptsächlich aus Quarz, Turmalin und Arsenkies; der Turmalin bildet lockere, zerreibliche Aggregate feiner Nadeln, durchwachsen mit Arsenkieskriställchen. An diese beiden Mineralien, weniger an den Quarz, ist das Gold gebunden, von welchem 150—200 g pro t vorhanden sein können, während der reine Quarz nur 2—3 g enthält. Das Gold ist sehr silberarm, enthält jedoch ziemlich viel Wismut, ohne daß bis jetzt irgend ein Wismutmineral nachweisbar gewesen wäre. Das Freigold, mitunter kristallisiert in 1—2 mm großen Individuen, ist eine der jüngsten Bildungen in der Lagerstätte und kommt sogar noch in Kalkspatadern vor. Schwefel- und Magnetkies treten in z. T. derben Massen auf, Kupferkies ist selten; Ferrand erwähnt endlich auch Bleiglanz und Antimonit. Höchst merkwürdig ist das Einbrechen von Silikaten und anderen den Erzgängen sonst fremden Mineralien, wie grüner Oligoklas-Albit, Chromglimmer (Fuchsit), Muskovit, Hornblende (sehr selten), Biotit, Andalusit, Granat, Disthen, selten Staurolith, dann besonders auch Zirkon, Xenotim, Monazit und Magnetit, die keinen Zweifel an der granitischen Natur dieses Quarzganges lassen. Der Turmalin, der Andalusit, ferner der Feldspat und der Granat, der Disthen und der Biotit bilden Knauern und Flasern in dem Gangquarz und finden sich auch im Nebengestein wieder. Der Hercynit und Cummingtonit gehören scheinbar ausschließlich dem Nebengestein an. Kalkspat und ein wenig Spateisenstein bilden die jüngsten Mineralien; ersterer umschließt stellenweise gediegen Gold.

Das Zusammenvorkommen von Gold mit Wismut und seine Eigenschaft als einer der jüngsten Lagerstättenbestandteile erinnert an Falun; das Auftreten des grünen Feldspats, der anthophyllitartigen Hornblende, des Spinells, des roten Granats könnten Beziehungen zwischen dieser Golderzlagerstätte und den Lagerstätten des Bodenmaiser Typus im allgemeinen vermuten lassen.

Neuerdings hat Hussak[1]) über das Wesen der Jacutinga genauere Mitteilungen gemacht, welche das früher über dieselbe Gesagte (S. 601) nicht unwesentlich modifizieren. Man hat demnach unter der Jacutinga im allgemeinen zweierlei zu verstehen: erstlich zersetzte, an Magnetit und Kalkmagnesiasilikaten reiche Einlagerungen von Kontaktgesteinen, zweitens zersetzte pegmatitische Injektionen mit Turmalin und ein wenig Zinnerz. Auf der jetzt aufgelassenen Grube von Candonga in Minas Geraes war nach Hussaks Untersuchungen das Gold, welches 5—8% Palladium enthält, unregelmäßig an Einlagerungen

[1]) Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien; Sitz.-Ber. kais. Akad. der Wiss., Math.-nat. Kl., CXIII, 1904, 379—466.

von Kontaktgesteinen im Itabirit gebunden, die hauptsächlich aus Kalkspat (samt Dolomit), dazu aus Chondrodit, Magnetit, Aktinolith (z. T. umgewandelt in Magnesiaglimmer) und Pyroxen bestehen. Das Gold ist darin eine jüngere Infiltration. Die Itabirite, wie die kontaktmetamorphen Einlagerungen, werden von granitischen Gängen durchsetzt.

15. Die Titanerzgänge.

(Apatitgänge z. T.)

* Es ist eine höchst auffällige Tatsache, daß die gangförmigen Titanlagerstätten den pneumatolytisch-hydatogenen Nachwirkungen sowohl granitischer wie gabbroider, also sehr saurer und sehr basischer Tiefengesteinsintrusionen ihre Entstehung verdanken können. Danach läßt sich ein alpiner und ein skandinavischer Typus der Titangänge unterscheiden. Als eine besondere, im übrigen den skandinavischen Vorkommnissen ganz entsprechende, indessen fast titanfreie Entwickelung sind im folgenden einstweilen die kanadischen Fluorapatitgänge auszuscheiden. Die Titangänge führen Rutil, seltener Anatas und Brookit, ferner Titanit, Titaneisen, mehr oder weniger titanhaltigen Eisenglanz und als eine bezeichnende Gangart stets Apatit. Dieser letztere ist auf den alpinen Lagerstätten wohl meistens ein Fluorapatit,[1]) auf den norwegischen, wo er massenhaft und technisch gewinnbar auftritt, dagegen fluorfrei. Quarz ist besonders auf den alpinen Lagerstätten massenhaft vorhanden; fluorfreie und fluorhaltige Glimmer, Turmalin, Orthoklas und Mikroklin und daneben auch natronreichere Plagioklase (meistens Albit), seltener Molybdänglanz, untergeordnet auch verschiedene Sulfide kommmen auf Gängen beider Typen vor. Das Einbrechen von reichlichen Mengen von Enstatit und die Umwandlung des Nebengesteins in Skapolith bildet indessen einen anderen wichtigen Unterschied der an Gabbros gebundenen norwegischen von den granitischen alpinen Lagerstätten.

In technischer Hinsicht sind nur die norwegischen Vorkommnisse in erster Linie wegen des Apatits, in zweiter wegen des Rutils von hoher Bedeutung gewesen, während die alpinen als ausgezeichnete Mineralfundpunkte einen Weltruf besitzen. Letztere gehören keineswegs zu den eigentlichen Erzlagerstätten. Trotzdem dürfen beide in einem wissenschaftlichen System der Erzgänge wegen ihres hohen theoretischen Interesses nicht fehlen; dieses besteht, wie Vogt für die norwegischen Vorkommnisse erörtert hat, in ihren nahen Analogien mit den Zinnerzgängen, welchen die bekannte mineralogische Verwandtschaft zwischen dem Titanoxyd (TiO_2) und dem Zinnoxyd (SnO_2) zur Seite steht. Aus diesem Grunde und weil gewisse Apatitgänge auch den Zinnerzgängen verwandt sind, wurde die Bezeichnung dieser Ganggruppe nach dem Titan, nicht nach dem Apatit, als charakteristischem Bestandteil, gewählt. Wiewohl Zinn und Titan nur sehr selten auf demselben Gange einbrechen, bestehen, wie sich aus dem Vorigen ergibt, nicht nur nahe geologische, sondern auch mineralogische und stoffliche Ähnlichkeiten zwischen ihren Lagerstätten. Bor kommt hier wie dort im Turmalin vor; daß die norwegischen Apatitlagerstätten viel Chlor und fast kein Fluor führen, dürfte im Hinblick auf den hohen Fluorgehalt der kanadischen, ihnen recht ähnlichen, nur von untergeordnetem Belang sein. Aus dem bemerkenswerten Einbrechen von Zeolithen ergibt sich, daß die Entstehung mancher alpiner Titangänge eine mehr oder weniger lange Phase vorwiegend hydatogener Mineralbildung durchlaufen hat. *

a) Der alpine Typus der Titangänge.

Die Mineralgenossenschaft Rutil, Anatas, Titanit, Quarz, Flußspat, Kalkspat, Apatit, Turmalin, Muskovit, Chlorit, Adular, Albit, wozu seltener Brookit,

[1]) Weinschenk, Ztschr. f. Krist., XXVI, 1896, 428.

Beryll und Molybdänglanz kommen, ist in ihren charakteristischen Gliedern zuerst von Breithaupt[1]) erkannt und als die Titanformation bezeichnet worden. Sie zeigt eine unverkennbare Ähnlichkeit mit den Zinnerzgängen und ist wie diese an Granite oder deren Nähe gebunden; statt des Zinnerzes treten hier die Titanoxyde ein, die übrigens auch auf manchen Zinnerzgängen (zu Ehrenfriedersdorf) und auf den Turmalinkupfererzgängen nicht ganz fehlen. Es mag hier unter Bezugnahme auf bekannte alpine Vorkommnisse nur das Hauptsächlichste hervorgehoben, im übrigen aber besonders auf die paragenetischen Studien Weinschenks,[2]) Königsbergers und Groths verwiesen werden. Am typischsten sind diese Lagerstätten am Großvenediger, weniger typisch im Aarmassiv ausgebildet.

Im Zentralgranit des Großvenedigerstocks sind Mineralgänge der Titanformation sehr häufig. Sie sind stets offen, d. h. nur an den Wänden mit einer dünnen Schicht von Mineralien bedeckt. Die Salbänder sind meist insofern verändert, als aus dem Granit ein drusiges Gestein wurde, aus welchem der dunkle Glimmer verschwunden ist. Die Feldspäte und Quarze des Granits sind in solchen Drusen häufig nachträglich weiter gewachsen, wobei Albit als Neubildung auftritt. Die obige Zusammenstellung bezieht sich auf die im Granit auftretenden Gänge. Nahe dem Kontakt der Granite mit den Schiefern verschwindet nach Weinschenk der Muskovit, an seine Stelle tritt Chlorit, während andererseits für die Nähe der Kontaktzone das Hinzutreten von Zeolithen (Desmin, Heulandit, Harmotom, Natrolith, Chabasit und Laumontit) sowie von Prehnit charakteristisch wird. In noch größerer Nähe der Schiefer ändert sich die Mineralkombination abermals, indem die Zeolithe und der Prehnit verschwinden, dafür aber diopsidartiger Augit, Epidot und Hornblendeasbest, seltener auch ein Eisenoxydgranat auftreten. Dazu kommen ferner Eisenglanz, Magnetit, tafeliges Titaneisen und Scheelit. Weinschenk hält es für wahrscheinlich, daß gewisse Gänge am Südabhang des Groß-Venedigers, auf denen neben Gold auch prachtvolle Kristalle von Buntkupfererz auftreten, dieser Titanformation angehören. Die im Biotitprotogingranit des Aarmassivs, der bekannten Mineralfundstätte zwischen dem Rhonegletscher und dem Maderanertal nördlich vom St. Gotthard, auftretenden Mineralien sind nach Königsberger folgende: mitunter sehr flächenreicher Quarz (Rauchtopas), Adular, titanhaltiger Eisenglanz, Kalkspat, Fluorit, Apatit, Chlorit, die Kalkzeolithe Desmin, Chabasit, Skolezit und Laumontit; selten kommen dazu Molybdänglanz, Anatas, Brookit, Bleiglanz, Gelb- und Weißbleierz, sowie Leadhillit ($[Pb \cdot OH]_2Pb_2[SO_4][CO_3]_2$) und Kupferkies. Im Amphibolprotogingranit finden sich ferner Epidot, Apophyllit und Milarit; Rutil fehlt scheinbar. Die obige Reihenfolge der Mineralien ist zugleich deren Sukzessionsfolge. Nach Königsberger wären diese nicht mehr durch Pneumatolyse, sondern unter der Einwirkung kohlensaurer Wässer entstanden, die aus dem heißen Gestein in den Drusen Substanz auflösten und bei der Abkühlung unter 300° allmählich als die genannten Mineralien wieder ausschieden. Turmalin fehlt diesen Schweizer Minerallagerstätten scheinbar ganz, Titanverbindungen sind offenbar selten. Dafür, daß der Absatz zuletzt bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen zum Abschluß kam, spricht das Auftreten der Zeolithe. Die von Groth beschriebenen Vorkommnisse des Dauphiné enthalten neben Anatas, Brookit, Titanit, Titaneisen usw. auch Turnerit (Monazit).

[1]) Paragenesis, 137—139.

[2]) Die Minerallagerstätten des Groß-Venedigerstockes in den Hohen Tauern; Ztschr. f. Krist., XXVI, 1896, 337—508. — Königsberger, Die Minerallagerstätten im Biotitprotogin des Aarmassivs; N. Jahrb., Beil.-Bd. XIV, 1901, 43—119. — Groth, Die Minerallagerstätten des Dauphiné; Sitz.-Ber. k. bayr. Ak. d. Wiss. math.-nat. Kl., 1885, 371—402; Ref. Ztschr. f. Krist., XIII, 1888, 93—96.



b) Der skandinavische Typus der Titan-Apatitgänge.[1])

An zahlreichen Orten des südlichen Norwegens, insbesondere aber bei Oedegaarden nächst Bamle und Kragerö finden sich rutilführende Apatitgänge in mehr oder weniger enger Verbindung mit gabbroartigen Gesteinen (diabasähnlichem Olivinhyperit und körnigem Olivingabbro). Das eigentliche norwegische Apatitfeld ist das 110 km lange und 25 km breite Küstengebiet zwischen Langesund und Lillesand, wo 40—50 verschiedene Gabbromassive etwa $^1/_{80}$ der ganzen aus archäischen Gesteinen bestehenden Fläche einnehmen. Die Apatitgänge zählen nach Hunderten; beinahe alle Gabbromassive sind von solchen begleitet. Zu Oedegaarden setzen sie im Gabbro auf, zu Kragerö teilweise in unmittelbarer Nähe desselben im Schiefergebirge. Ihre Mächtigkeit schwankt von derjenigen schmaler Adern bis zu der von mehreren Metern; mitunter bilden sie Stockwerke. Die Mineralfüllung der Gänge besteht u. a. aus: Quarz, fluorfreiem Chlorapatit, Kjerulfin (= Wagnerit, Mg_2FlPO_4),[2]) Kalkspat, Talk, Orthoklas, Albit, Oligoklas, Skapolith, Turmalin, Hornblende, Asbest, Augit, Enstatit, fluorfreiem Magnesiaglimmer, Chlorit, Titanit, massenhaftem Rutil, Eisenglanz, Titaneisenerz, Magnetit, Kupferkies, Magnetkies, Pyrit, selten aus Bleiglanz und kohlenwasserstoffhaltiger Substanz; selten ist Zirkon. Der Glimmer und der Enstatit bilden häufig die Salbänder dieser Gänge. Die meisten derselben enthalten überwiegenden Apatit mit mehr oder weniger Rutil, indessen kommen mannigfache, durch das Schwanken der Mengenverhältnisse unter den genannten Mineralien bedingte Modifikationen dieses Gangtypus vor. Es ist bemerkenswert, daß die Apatitgänge zu Ödegaarden von Diabasgängen durchbrochen werden. Längs der Gänge hat eine Umwandlung des Gabbros in Skapolithfels stattgefunden, wobei im allgemeinen der Diallag zu Hornblende, der Plagioklas zu etwas chlorhaltigem Skapolith geworden, das Eisen teilweise weggelaugt ist, mitunter auch als Neubildung Enstatit, Glimmer und Rutil entstanden sind. Diese Umwandlung ist hauptsächlich auf eine Zufuhr von $NaCl$ zurückzuführen.

Brögger und Reusch haben die norwegischen Apatitlagerstätten für eruptive, unmittelbar nach oder gleichzeitig mit den Gabbros entstandene Gesteinsgänge erklärt, deren Empordringen von einer erheblichen Gasentwickelung und von wässerigen Lösungen begleitet war, auf welch letztere sie die Umwandlung des Nebengesteins zurückführen. Auch nach Rosenbusch war

---

[1]) Brögger und Reusch, Vorkommen des Apatit in Norwegen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXVII, 1875, 646—702. Mit Tafeln. — Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, III. Aufl., 1896, 331—332. — Hj. Sjögren, Om de norska apatit förekomsterna och om sannolikheten att anträffa apatit in Sverige; Geol. För. Förh., VI, 1882—1883, 447—498. — Lacroix, Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite; Bull. soc. franç. d. Min., XII, 1889, 83 bis 364. — Vogt, Et par bemaerkninger om de norske apatit förekomster; Geol. För. Förh., VI, 1882—1883, 783—798. — Ders., Norges nyttige mineraler og bergarter, 1882. — Ders., Beiträge zur genetischen Classification der durch magmatische Differentiationsprocesse und der durch Pneumatolyse entstandenen Erzvorkommen; Ztschr. f. pr. Geol., 1895, bes. 367—370, 444—459, 465—480. — Ders., Über die relative Verbreitung der Elemente, besonders der Schwermetalle und über die Concentration des ursprünglich fein verteilten Metallgehaltes zu Erzlagerstätten; ebenda 1898, bes. 414—415. — Solly, Mineralien aus den apatitführenden Gängen von Nörestad bei Risör, SO.-Küste von Norwegen; Min. Mag., X, 1892, 1—7; Ref. N. Jahrb., 1893, II, —469—470—.

[2]) Der Fluorgehalt des Kjerulfins verdient betont zu werden. Das Mineral erfährt zu Ödegaarden eine Umwandlung zu Fluorapatit. Bauer, N. Jahrb., 1880, II, 75—78.



Pneumatolyse bei der Entstehung dieser Lagerstätten beteiligt, und Vogt hat 1895 deren vollkommene Analogie mit den Zinnerzgängen behauptet; während letztere pneumatolytische, durch Zutun von Phosphor, Fluor und Bor aus sauren Magmen entstandene Absätze seien, hält er die norwegischen Titan-Apatitlagerstätten für die entsprechenden durch Phosphor und Chlor gekennzeichneten Ausscheidungen des basischen Gabbromagmas.

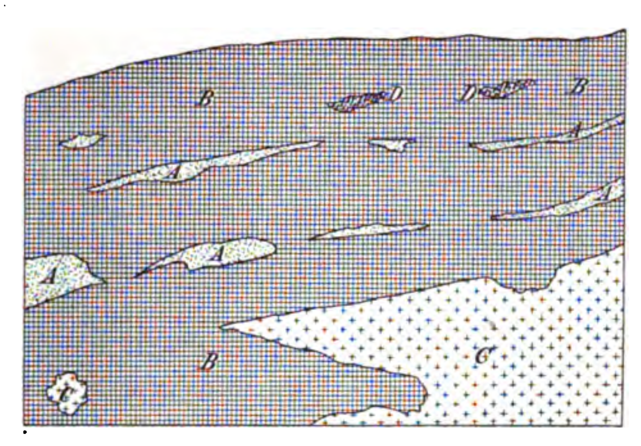


Fig. 188. Profil nahe der Emerald Mine, Ottawa Cy. A Apatit, B Pyroxen, C Feldspat, D Pyrit. Höhe des Profils 5 m. (Penrose, 1888.)

Die Apatitvorkommnisse Südnorwegens waren schon längere Zeit bekannt, als im Jahre 1872 die reiche Lagerstätte von Oedegaarden entdeckt wurde. Schon in den ersten zwei Jahren betrug die Produktion 3000 t mit einem Wert von 450000 Mark und erreichte dort zwischen 1880 und 1890 zeitweise 10—15000 t. Gegenwärtig werden jährlich 1500—2000 t exportiert. Daneben produziert Südnorwegen etwa 30 t Rutil.

Den norwegischen ganz ähnliche Apatitgänge hat man auch in Lappland bei Dundret entdeckt.[1])

Die Apatitvorkommnisse zwischen Kingston und Ottawa in der kanadischen Provinz Ontario[2]) wurden 1829 entdeckt und späterhin von den 60er bis in die 90er Jahre lebhaft abgebaut. Sie treten bald lager-, bald gangförmig in Gesteinen der Gneisformation auf und sind früher von den meisten kanadischen Geologen als echte schichtige Lager, entstanden aus organischen Überresten bezw. durch Auslaugung des phosphorhaltigen Nebengesteins, bezeichnet worden. Ells hat die Lagerstätten in dieselbe genetische Abhängigkeit von Pyroxeniten gebracht, wie sie zuletzt für die norwegischen Vorkommnisse von Vogt behauptet worden ist, nachdem schon andere kanadische Geologen die eruptive Natur der Pyroxenite erkannt hatten. Neuerdings hat Osann eine Reihe von Vorkommnissen genauer beschrieben und die Gangnatur der Lagerstätten außer Zweifel gesetzt. Die Sukzession der hauptsächlichsten einbrechenden

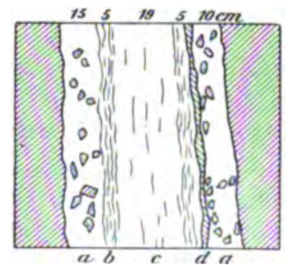


Fig. 189. a Kalkspat und Glimmer; b feinschuppiger Glimmer in vielen Lagen, zusammen mit Pyroxen und wenig Apatit; c Pyroxen, körniger Apatit und wenig feinblätteriger Glimmer; d Gemenge von Glimmer und Pyroxen mit dünnen Lagen von Apatit, Kalkspat und Glimmer. (Harrington, 1878; bei Osann, 1902.)

[1]) Siehe S. 141 nnd die S. 116 erwähnten Arbeiten von Löfstrand (1891, 1894) und Ders., Om apatitens förekomstsätt i Norrbottens län jemfördt med dess uppträdande i Norge; Geol. För. Förh., XII, 1890, 145—192, 207—208; Réf. N. Jahrb., 1893, I, 36—38, sowie Vogts Referat, N. Jahrb., 1893, II, 63—67.

[2]) Sterry Hunt, The apatite deposits of Canada; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XII, 1884, 459—468. — Harrington, Report on the minerals of some of the apatite-

Mineralien ist: diopsidartiger Pyroxen, Phlogopit, sehr fluorreicher, chlorhaltiger Apatit (darin $CaFl_2 : CaCl_2$ etwa 9 : 1) und Kalkspat, samt etwas Feldspat (meistens Mikroklin). Weniger wichtig sind Amphibol, Turmalin, der mitunter auch massenhaft einbricht, Skapolith, der stets vorhandene Titanit, manchmal häufig sind Kupferkies, Magnetkies und Pyrit. Selten finden sich Flußspat, Quarz, Granat, Zirkon, Molybdänglanz und Graphit. Die Muttergesteine, auf welche

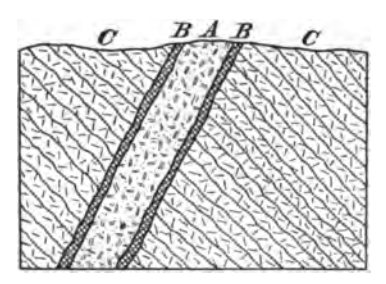


Fig. 190. Profil in Foxtons Mine, Frontenac Cy., Ontario; *A* Apatit, *B* Pyroxen, *C* Gneis. Der Gang ist 0,8 m mächtig. (Penrose, 1888.)

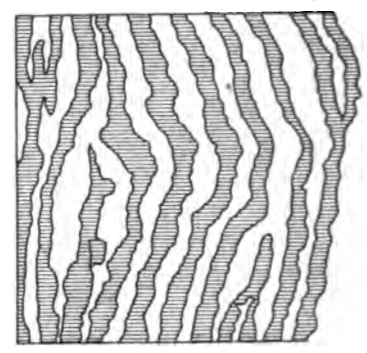


Fig. 191. Wechsellagerung von Apatit und Pyroxen in einem Apatitgang. Die Bänder sind ca. 0,6 cm dick. Grant Mine. (Harrington, 1878; bei Osann, 1902.)

die Lagerstätten zurückzuführen sind, gehören in der Hauptsache der Gabbrofamilie an. Auch hier ist nicht selten eine Umwandlung des Gesteins in Pyroxen-Skapolithfels zu bemerken. Wegen aller Einzelheiten sei auf Osanns ausführliche Abhandlung und die beistehenden Abbildungen verwiesen. Gegenwärtig wird auf den kanadischen Apatitlagerstätten noch Glimmer gewonnen.

III. Injektions- oder nichtmetasomatische Kontaktlagerstätten.

16. Injizierte Kies-, Blende- und Bleiglanzmassen.

* Der Mineralbestand dieser Lagerstätten läßt sich unterscheiden in sulfidische und untergeordnet auch oxydische Erze, in Silikate und sonstige Bestandteile, die für die Zusammensetzung eines Granits (Aplits, Pegmatits) charakteristisch sind, und endlich in solche, die in kontaktmetamorphen Schiefern und mitunter in Eruptivgesteinen anzutreffen sind und welche in letzteren dann wenigstens in gewissen Fällen als durch Wiederausscheidung resorbierten Nebengesteinsmaterials entstanden gedacht werden können.

Von den Erzen sind vor allem die gemeinen Sulfide Magnetkies, Pyrit, Zinkblende, Kupferkies und mehr untergeordnet Bleiglanz zu

bearing veins of Ottawa Co.; Rep. of Progress of the Geol. Surv. of Canada, 1877—1878, 1—37, zitiert von Osann. — Bell, On the mode of occurrence of apatite in Canada; Eng. Min. Journ., XXXIX, 1885, 316—317. — Penrose, Nature and origin of deposits of phosphate of lime; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 46, 1888, 22—41. — Ells, On the mineral resources of the Province of Quebec; Ann. Rep. Geol. and Nat. Hist. Surv. of Canada, New Series, IV, 1888—1889, K, 89—110, Lit. — Ders., The phosphate deposits of the Ottawa district; Can. Min. Rev., XII, 1893, zitiert von Osann. — Osann, Notes on certain archaean rocks of the Ottawa Valley; Ann. Rep. Geol. Surv. of Canada, XII, 1902, O, Lit.

nennen, seltener sind der Arsenkies, der Kobaltglanz oder Sulfantimonide und Sulfarsenide. Der Bleiglanz ist silberhaltig, der teilweise massenhaft vorkommende Magnetkies ist scheinbar fast nickelfrei. Von Oxyden ist Magnetit wohl immer, Titaneisen manchmal vorhanden, und zu Bodenmais wird auch etwas Zinnerz und Rutil gefunden. Das Mengenverhältnis zwischen den zuerst bezeichneten Sulfiden ist ein so schwankendes, daß bald Magnetkies, bald Blende, bald Kupferkies den Hauptgegenstand des Bergbaues bilden. Wismut und Gold sind zu Falun vorhanden, wo gleichfalls die Anwesenheit von Zinn nachzuweisen ist.

Von den granitischen Mineralien ist vor allem der Quarz zu nennen, der mitunter so fast ausschließlich herrscht, daß das Gestein ohne die Erze als ein übersaurer Granit bezeichnet werden müßte und daß es z. T. als „Quarzit“ beschrieben worden ist. Von Feldspäten sind Orthoklas, Mikroklin und mehr oder weniger saure Plagioklase manchmal vorhanden; sie sind hier gern grün gefärbt. In anderen Fällen ist der Alkaligehalt nur an die Glimmer, zumal Biotit, gebunden. Zirkon ist mitunter recht reichlich makroskopisch und in den Dünnschliffen nachzuweisen, ebenso ist Apatit verbreitet. Dazu kommen endlich noch verschiedene Amphibole, Hypersthen und manchmal Graphit. Von Kontaktmineralien sind stets vorhanden Cordierit, Spinelle, z. T. als Zinkspinelle sicher bestimmt, mehr oder weniger roter Granat, manchmal Sillimanit und Andalusit. Die mineralogisch-petrographischen Studien zeigen trotz großer Schwankungen im Mengenverhältnis der bezeichneten Bestandteile doch eine zweifellose mineralogische Verwandtschaft dieser Lagerstätten. Wo die genannten Mineralien nebeneinander auftreten, erweist vor allem die mikroskopische Untersuchung, daß sie, wenn sich auch gewisse Altersunterschiede erkennen lassen, doch in unmittelbarer Folge zur Verfestigung gelangt sind und ihre gemeinschaftliche Ansiedelung das Ergebnis eines geologischen Vorganges gewesen sein muß; die Bildungszeiten der einzelnen Glieder dieser Mineralgenossenschaften greifen mindestens ineinander, ja teilweise läßt die gegenseitige Verwachsung eine Altersfolge überhaupt kaum feststellen und die Struktur der Gemenge erinnert dann lebhaft an diejenige von Kontaktgesteinen oder an die Verwachsung von Feldspat und Quarz in Schriftgraniten. Zu bemerken ist, daß diesen Vorkommnissen offenbar die sonst auf epigenetischen Lagerstätten gewöhnlichen Karbonspäte und der Baryt als primäre Gangarten fehlen; wo sie erwähnt werden, sind sie und vielleicht auch der Flußspat sicherlich nicht gleichzeitig mit dem Erz-Silikatgemisch entstanden.

Zu Bodenmais sind die nahen Beziehungen des mit granitischem Material innig durchwachsenen Erzes zu dem unmittelbar benachbarten zweifellosen Granit nicht zu bestreiten. Für die weiter unten angeführten schwedischen Lagerstätten könnten aus der vorliegenden Literatur keine solchen gefolgert werden. Aber die mineralogische Verwandtschaft, zumal zwischen den Erzen von Bersbo, Långfalls und Bodenmais, ist eine so große, ihre Beschaffenheit eine von den übrigen Sulfidlagerstätten so wohl unterschiedene, charakteristische, daß es kaum angeht, für sie eine verschiedene Entstehungsweise anzunehmen. Immerhin greift die hier vollzogene geologische Gleich-

stellung der Lagerstätten von Falun, Åtvidaberg, Bersbo und Långfalls mit derjenigen von Bodenmais der wirklichen Kenntnis ihres geologischen Wesens weit vor.

Was die mutmaßliche Entstehung dieser Lagerstätten anlangt, so sei vorausgeschickt, daß sie sich in Gebieten altkristalliner, von Graniten durchbrochener Schiefer finden. Daß von den bis in die letzten Jahre meistens für Sedimente gehaltenen Schiefern nicht nur des bayerisch-böhmischen Waldes, sondern auch Schwedens ein großer Teil als Eruptivgesteine gedeutet werden muß, ist nach den neueren tatsächlichen Fortschritten in der Erklärung der kristallinen Schiefer nicht mehr zweifelhaft. Ihre ursprüngliche Tektonik und die Bedingungen ihrer Erstarrung, die Tiefe, in der sie erstarrten, bieten aber noch viele Rätsel. Zu Bodenmais ist der Durchbruch eines Granites durch älteres geschichtetes Gestein zweifellos. Statt der für das Erz- und Fichtelgebirge, den Harz, die Vogesen, den Schwarzwald usw. typischen Kontaktmetamorphose, welche im allgemeinen ohne nennenswerte Substanzzufuhr stattfand und nur zur Umkristallisation der Schiefer führte, tritt hier eine Metamorphose in Erscheinung, welche Michel-Lévy und Lacroix, denen sich neuerdings auch deutsche Petrographen anschließen, als die „feldspathisation“ der Schiefer bezeichnen. Diese besteht darin, daß saure Differentiationsprodukte des Granitmagmas zwischen Lagen aufgeblätterter Schiefer gepreßt werden. Es entstehen auf solche Weise die injizierten Schiefer, welche gewöhnlich durch den Wechsel glimmerreicher Lagen und solcher von Quarz mit mehr oder weniger Feldspat, also von aplitischem Charakter, eine charakteristische Bänderung erfahren und meistens als Gneise bezeichnet werden. Die Injektion mit der heißen, mit Gasen beladenen Schmelzlösung führte sowohl zu einer Durchtränkung der Schieferlagen mit granitischer Substanz und zur Bildung von Kontaktmineralien in ihnen, als auch andrerseits zur Resorption von Nebengesteinsmaterial durch das Magma und zur Enstehung von solchen Mineralien in diesem. Die Verhältnisse zu Bodenmais drängen zu der Vorstellung, daß hier zu den injizierten granitischen Restlaugen auch große, scheinbar nach der kühleren Granitperipherie hin konzentrierte Massen von Metallen und Schwefel gehörten, die in den aufgeblätterten Schiefern zur Verfestigung gelangten. Der Kieselsäureüberschuß vermochte die Verbindung des Schwefels mit dem Eisen, Kupfer, Zink und Blei nicht zu verhindern. Die Ausscheidung der Sulfide aus dem Schmelzflusse hat einige Ähnlichkeit mit der Bildung der nickelführenden Magnetkieslagerstätten im Gefolge der Gabbros, nur daß sie scheinbar hier in der Hauptsache noch während der Vollkraft der granitischen Intrusion stattfand, während vielleicht die nickelhaltigen Magnetkieslagerstätten ziemlich späte Ausscheidungen aus einer letzten Mutterlauge darstellen, die scheinbar mitunter schon die Fähigkeit besaß, wasserfreie Magnesiaeisensilikate des Muttergesteins in wasserhaltige überzuführen. Wie weit pneumatolytische Vorgänge an der Bildung der in Rede stehenden Lagerstätten beteiligt gewesen sein könnten, läßt sich nicht übersehen. Es erscheint aber nicht ausgeschlossen, daß ihre Bildung mit pneumatolytischen oder sogar hydatogenen Ansiedelungen geendet habe. Dieser Vorstellung entspricht das Auftreten von Goldwismutgängen in den Faluner

Kieslagern, die Imprägnation der dortigen Skölar mit Erz und vielleicht auch die Einwanderung von Erzen auf Spältchen und Rissen des fertigen Nebengesteins, wie es an den spinellführenden Strahlsteinschiefern von Långfalls beobachtet werden kann.

Wo die Wahrscheinlichkeit der Einpressung der erzhaltigen Schmelzlösung in die Schiefer eine so große ist wie zu Bodenmais, wird man diese Lagerstätten mit demselben Recht zu den Spaltenfüllungen stellen können wie etwa die Goldquarzlinsen in den kristallinen Schiefergebirgen oder wie die Goldquarzlagerstätten von Bendigo, wenn man sie für echte „Saddle reefs“ (s. S. 514) hält. Daß man, die eruptive Natur dieser Massen vorausgesetzt, mit Hinsicht auf die Dimensionen der die Erzkörper umschließenden Intrusionen z. T. auch von eruptiven Lagerstätten sprechen könnte, ist selbstverständlich. Es braucht nach dem obigen kaum hervorgehoben zu werden, wie verschieden die Erzlager vom Bodenmaiser Typus von den weiter oben unter den schichtigen Lagerstätten beschriebenen Kieslagern in Norwegen und am Rammelsberge sind.[1] *

Über die Magnetkieslagerstätte am Silberberg bei **Bodenmais**[2]) hat zuerst Gümbel ausführlich berichtet. Er hat die Gneise, welche mit ziemlich gleichbleibendem NW.—SO. gerichteten Streichen den bayrischen Wald aufbauen, in eine südliche Zone von rotem („bojischen“) und eine nördliche von grauem („hercynischen“) Gneis geschieden. Beide sind vielfach durchsetzt von Graniten. Diese hat Gümbel[3]) als Stockgranite und Lagergranite bezeichnet. Die Gneise selbst dachte er sich als ersten auf der Erdoberfläche aus einem heißflüssigen Silicatbrei entstandenen, sehr langsam gebildeten Niederschlag, der unter dem andauernden Einfluß überhitzten Wassers seine jetzige mineralogische Zusammensetzung durch Umkristallisation (Diagenese) angenommen haben sollte. Der Lagergranit war nach ihm ein ebensolcher Brei,[4]) welcher länger als der Gneis sich in flüssigem Zustande erhalten habe und demgemäß zwischen die Gneisschichten gepreßt werden konnte, um darin Lager, Gänge und Stöcke zu bilden. Gneis und Lagergranit des bayrischen Waldes waren also nach Gümbels Auffassung nahe verwandte Erscheinungen: der Granit geht über in den Gneis,

---

[1]) Stelzner hat alle hier erwähnten Lagerstätten, soweit sie ihm bekannt sein konnten, für sedimentär gehalten.

[2]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges, 1868, 248—261, 546—548, 552—559. — Ders., Geologie von Bayern, 1894, 452—453, Lit. — Lehmann, Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, 1884, 175—178. — Thiel, Beiträge zur Kenntnis der nutzbaren Mineralien des bayrischen Waldes, Diss., Erlangen 1891. — Weinschenk, Der bayrische Wald zwischen Bodenmais und dem Passauer Graphitgebiet; Sitz.-Ber. math.-phys. Classe d. k. bayr. Ak. d. Wiss., XXIX, 1899, Heft II. — Ders., Über die Graphitlagerstätten der Umgebung von Passau und die Erzlagerstätten am Silberberg bei Bodenmais; Glückauf 1898, 877—881. — Ders., Der Silberberg bei Bodenmais im Bayerischen Wald; Ztschr. f. pr. Geol., 1900, 65—71. — Ders., Die Kieslagerstätte im Silberberg bei Bodenmais; Abh. k. bayr. Ak. d. Wiss., II. Cl., XXI, 1901, 349—410. — Gruber, Der Schwefel- und Magnetkiesbergbau am Silberberge bei Bodenmais; ebenda 337—348.

[3]) Ostbayerisches Grenzgebirge, 837.

[4]) l. c. 841 ff.



durchdringt und durchquert ihn, ist an seinen Begrenzungsrändern innig mit ihm verbunden, kann aber auch eckige Bruchstücke der schon früher zum Absatz gelangten Gneise umschließen. Als „Stockgranite" bezeichnete Gümbel solche, welche eine scharfe Abgrenzung gegen das Nebengestein und keine Übergänge in dasselbe zeigen, überhaupt dem letzteren als ganz selbständige jüngere Gebilde gegenüberstehen.

Bodenmais liegt am Südfuß des 1458 m hohen Arbers. Im Gneis ziehen sich zwei Granitzonen von der Gegend von Zwiesel in nordwestlicher Richtung gegen Bodenmais und darüber hinaus. Die eine ist unweit Rabenstein als Riesengranit ausgebildet und das Muttergestein seltener Mineralien, der andere verläuft über den Silberberg bei Bodenmais und tritt in enge Beziehung zu dem dortigen Kieslager. Dieser „Lagergranit" bildet das Liegende der dortigen „Gneise". Die letzteren fallen nach NO. ein und zeigen in der Umgebung des Arbers vom Liegenden nach dem Hangenden eine verschiedenartige Ausbildung; die liegenden Gneisschichten sind weit vorherrschend Dichroitgneise, die hangenden Schuppengneise und die mittleren quarzreiche Körnelgneise. Der Dichroitgneis ist das Muttergestein der Erzlagerstätten. Er ist kein einheitliches Gestein, sondern besteht bald aus dunklen, mehr oder weniger feinkörnigen, glimmerreichen Lagen, bald aus lichten Bändern von granitischem Habitus. Beide, die dunklen und die lichten Bänder, enthalten Feldspat und Quarz, Cordierit und Almandin samt Glimmer; stellenweise ist ausgezeichneter Faserkiesel zu beobachten. Mitunter haben die dunklen Zonen das Aussehen dichter Hornfelse. Die Beziehungen zwischen dem Dichroitgneis und dem liegenden, porphyrartig ausgebildeten Eruptivgestein sind innige. Gebänderte Gneise gehen ohne Trennungsfläche über in den richtungslosen Granit; die lichten Bänder sind dabei nicht einmal immer parallel den dunkleren gelagert, sondern durchbrechen und durchflechten dieselben auch gelegentlich, und der Granit umschließt eckige Partien der dunkleren, glimmerreichen Partien. Der Dichroitgneis zeigt übrigens im kleinen eine außerordentlich intensive Fältelung.

Fig. 192. Die Kieslager am Silberberg bei Bodenmais. (Gümbel, 1868.) I Hauptlager, II Liegendtrum, III Hangendtrum.

Die am Silberberg abgebauten Erze sind vorzugsweise Magnetkies und Schwefelkies; untergeordnet sind Zinkblende und Bleiglanz, seltener Kupferkies, selten Magneteisen und spärlich Zinnerz und Arsenkies. Gümbel hat das Bodenmaiser Erzvorkommen etwa folgendermaßen gekennzeichnet: Die Kieslager von Bodenmais sind Dichroitgneisschichten, welche auf eine bedeutende Feldeslänge und bis zu namhafter Tiefe die auch sonst häufig eingesprengten Schwefelmetalle in größter Menge als akzessorische Bestandteile enthalten, an manchen Stellen in so überwiegenden Quantitäten, daß mehr oder weniger reine Kiesmassen entstehen, die kaum mehr Spuren einer Gneisbildung an sich tragen. Das Kiesvorkommen teilt mit dem benachbarten Gneisgebirge gleiches Streichen und Fallen. Im großen erscheint es in Form einer flachlinsenförmigen Einlagerung, die im Streichen und Fallen nach und nach durch Verringerung der Erzeinsprengungen im gewöhnlichen Gneis verläuft, um vielleicht jenseits einer größeren erzleeren Strecke sich zu einer neuen erzhaltigen Linse zu erweitern. Innerhalb des linsenförmig gestalteten, erzhaltigen Schichtenkomplexes ist nicht immer dieselbe Schicht im Streichen und Fallen die erzreichste, sondern die Erzführung eines Lagers kann nachlassen und dafür eine benachbarte Schicht sich anreichern. „Es sind Butzen, Nester, Flasern oder unregelmäßige Linsen, welche ohne scharfe Abgrenzung mit dem umschlossenen Gestein verbunden, bald mächtig anschwellend, bald bis zu dünnen Schnürchen sich verringernd, vorherrschend aus Kiesen bestehen und, wo solche Erweiterungen stattfinden, abbauwürdige Mittel bieten. Die Kiese sind mit dem Gestein aufs innigste verwachsen und verbunden. Diese Erzputzen halten sich zwar innerhalb enger Grenzen an ganz bestimmte Schichten, aber in diesen erzführenden Schichten sind die Erzpunkte sehr absätzig und unregelmäßig verteilt, so daß man auf einen andauernden Erzgehalt nirgends rechnen darf und kein konstantes Streichen und Fallen wahrnimmt."

In den Erzkörpern fehlen Drusen und die gewöhnlich auf Gängen einbrechenden Gangarten; es sind neben Quarz solche Mineralien darin enthalten, welche auch im Nebengestein auftreten, wie Granat (zumeist Almandin, auf Klüften auch etwas Spessartin), Cordierit (samt Pinit), Hypersthen, braune Hornblende (manchmal in Hornblendeasbest übergehend), spangrüner Orthoklas und lauchgrüner Andesin, Muskovit (selten), Biotit, Chlorit, Turmalin, Sillimanit, Apatit, Flußspat (sehr selten), Titaneisen, Zirkon, Rutil, Kreittonit (ein Zinkspinell) und Graphit. Der Quarz und der Cordierit kommen in gerundeten, wie angeätzten oder abgeschmolzenen Kristallen in ähnlicher Weise vor, wie z. B. manche Silikate oder der Apatit in den kristallinischen Kalken anderer Orte. Als sekundäre Produkte werden genannt:[1]) Eisenvitriol, Zinkvitriol, Brauneisenstein, Goethit, Roteisenstein, Stilpnosiderit, Thraulit, Vivianit, Eisenspat, Kalkspat, Aragonit, Gips, Schwefel, Haarsalz, Pissophan, Malachit, Epidot, Desmin, Harmotom (? Phillipsit), ? Heulandit; junge Gebilde sollen außer Schwerspat auch Granaten (Spessartin und Topazolith) sein (?). Der Bodenmaiser Magnetkies enthält sehr wenig Kobalt und kein Nickel, indessen einen sehr schwankenden Gehalt an Gold und Silber, der übrigens niemals Gegenstand eines nennenswerten Aus-

[1]) Gümbel, Ostbayerisches Grenzgebirge, 250 ff.



bringens geworden ist. Im Durchschnitt soll der Goldgehalt nach Gümbel 0,00012 % betragen. Der Bleiglanz ist nur stellenweise in etwas reichlicherer Menge vorhanden; so konnten zwischen 1611 und 1613 gegen 1230 Zentner dieses Erzes gewonnen werden. Er soll den hohen Silbergehalt von 0,34 bis 0,68 % besitzen; vielleicht war es dieser, dessen Nutzbarmachung dem Berge den Namen Silberberg eingebracht hat. Die Zinkblende enthält 0,3 % Kadmium. Nach Gümbel sollten sich drei einzelne Erzlager unterscheiden lassen: das hangende Trum führte viel Bleierze; das Hauptlager besteht hauptsächlich aus Magnetkies, Blende und Schwefelkies in Erzmitteln bis zu 20 m Mächtigkeit; 20 m unter diesem und dem Granit am nächsten war das liegende Trum mit teilweise 3—4 m mächtigen, zumeist aus Schwefelkies und mehr untergeordnetem Magnetkies, aus Blende und bis 0,3 m dicken Magnetitlagen bestehenden Erzmitteln. In früheren Zeiten haben Tagebaue zuerst den Berg durchlöchert, später unterirdische, durch Feuersetzen erzielte Weitungsbaue das Gebirge ausgehöhlt. Die größte derartige Weitung ist die 24 m hohe und 10 m breite Barbaragrube.

Das Bodenmaiser Kiesvorkommen wurde von Gümbel mit den Fahlbändern der kristallinen Schiefer verglichen, welche ja gleichfalls unter Überhandnahme der Erze in reinere Kieslinsen übergehen können. Er wies auf die gleichzeitige Bildung des Erzes und der begleitenden Silikate und des Quarzes hin.

Lehmanns Erklärungsweise möge wörtlich angeführt werden: „An einer gleichzeitigen Bildung der Erze und des Feldspates, Quarzes und Glimmers kann wohl kaum gezweifelt werden, wenn auch erstere der Hauptsache nach sich erst ausschieden, als die letzteren schon gebildet waren. . . . Das lagerhafte Auftreten der Kiese und ihre innige Verknüpfung mit dem Gneis, der in dieser Zone eine ungewöhnliche, an Gangvorkommnisse erinnernde Ausbildungsweise besitzt, sowie die Tatsache, daß diese ungewöhnlichen Erscheinungen an die Grenze von Gneis und Granit gebunden sind, läßt diese vielleicht als das Produkt einer Wechselbeziehung zwischen beiden erscheinen. Das Eingreifen des Granits in den Gneis und die petrographische Beschaffenheit desselben beweisen für ihn eine eruptive Entstehung. Der Gneis verrät durch seinen Reichtum an Biotit sowie durch die flammenartige Sonderung der Gemengteile eine metamorphische Natur und scheinen mir die natürlichen Verhältnisse mit voller Evidenz zu beweisen, daß teils das Granitmagma selbst, teils granitische Sekrete den in Metamorphose begriffenen Biotitgneis imprägnierten und ihm die ihn charakterisierende eigentümliche Beschaffenheit verliehen. Daß die granitischen Sekrete, d. h. die durch mancherlei Einflüsse veränderten letzten Teile eines granitischen Magmas pegmatitische Beschaffenheit annehmen oder auch in einer bloßen Quarz- (und zwar auch hier zuweilen turmalinführenden) Ausscheidung erscheinen, ist eine häufige, nicht auffällige Tatsache. Die Zone, welche durch solche Bildungen ausgezeichnet ist, mag lange einer Mineralaussonderung gedient haben, welche mit einer Fällung reichlicher Mengen von Schwefelmetallen endete und diese mit den Feldspaten verwachsen ließ.“ Lehmann nimmt dann weiterhin an, daß die für das Eindringen der Erze in den Gneis notwendigen Räume durch eine Stauchung und Aufblätterung des letzteren entstanden seien. Die Lehmannsche Auffassung wiederholt sich teilweise im Erklärungsversuch Weinschenks. Die dunklen Lagen des Dichroitgneises sind nach ihm kontaktmetamorphe Schiefer, die lichten Lagen granitische Injektionen, welche ihrerseits Substanz aus den letzteren resorbiert haben. Der Lagergranit ist demgemäß eine Intrusion. Die „Gneise“ sind nach seiner Ansicht also von Granit injizierte Hornfelse. Jünger als diese beiden Gesteine sind

dann die Erze, welche später als echter Schmelzfluß aus der Tiefe emporstiegen. Daß diese Gebilde tatsächlich jünger seien als die umgebenden Gesteine, beweisen nach ihm neben dem Vorkommen gangförmiger Erztrümer u. a. die Einschlüsse von eckigen Nebengesteinsbruchstücken in den Erzkörpern selbst, die Infiltration von Zinkspinell von den Salbändern aus bis tief ins Nebengestein hinein und endlich das Vorhandensein einer deutlich bilateral symmetrischen Struktur der einzelnen Lager. Weinschenk bestreitet, daß die Erzkörper durch Übergänge mit dem Nebengestein verbunden seien, die Grenze derselben gegen das letztere sei stets eine scharfe; „der eigentliche Erzkörper mit seinen gerundeten Beimengungen grenzt scharf an den normalen Gneis mit akzessorischem Erz an und ist von demselben zumeist auf allen Seiten durch einen schmalen Saum von schwarzer Zinkblende und Zinkspinell getrennt, auf welchen gegen die Erzmasse zu häufig sehr grobkörnige, spätige Partien von reinem Magnetkies und dann das Gemenge der übrigen Erze folgen". Der Granit war nach Weinschenk schon verfestigt, als das feurig-flüssige „Erzmagma" in die Umgebung eindrang, diese zertrümmerte und die Gesteinsgemengteile resorbierte, so daß Quarz, Cordierit und andere Silikate zunächst eine Rundung, späterhin aber, bei abnehmender Temperatur, eine Regeneration erfahren hätten, wobei die neugebildeten Rinden von Erzen imprägniert worden sein sollen, auf welche Weinschenk die dunkelmetallische Oberflächenfarbe der im Erz auftretenden Silikate usw. zurückführt.[1]) Die weite Verbreitung des Zinkspinells in der Umgebung der Erzmassen und im „Salband" der letzteren wird auf die leichte Sublimierbarkeit des Zinks zurückgeführt. Aus demselben Grund soll auch die Zinkblende gern die Salbänder der Erzkörper bilden. Endlich glaubt Weinschenk die löcherige Beschaffenheit mancher Kiese, welche deshalb ein schlackiges Aussehen gewinnen, als Beweis für ein schmelzflüssiges Empordringen derselben ansehen zu dürfen.

Der Bodenmaiser Bergbau ist sehr alt; ein Eisenhammer hat urkundlich im Jahre 1364 dortselbst bestanden, und der Ort wurde 1522 freie Bergstadt. Seit dem XVI. Jahrhundert wird das Erz zur Vitriolerzeugung verwendet, nebenher auch Potée, d. i. feinpulveriges Eisenoxyd erzeugt, welches als Poliermittel, insbesondere in der Glasindustrie, Verwendung findet. Die Gruben gehören dem Staate.[2]) Sie produzierten im Jahre 1905 2890 t Kiese, während die Hütte 819 t Vitriole und Potée erzeugte.

Analoge Verhältnisse wie zu Bodenmais herrschen bei Daxelried und Unterried, nordwestlich von dort. Noch um 1860 ging an letzterem Orte einiger Bergbau auf 0,2—5 m mächtigen, stellenweise an Kupferkies reichen Erzmitteln um. Ähnliches gilt für die alten Gruben „am roten Koth", südöstlich von Bodenmais und östlich des Regens. Anderer Art ist das Kiesvorkommen bei Lam,[3]) nördlich von Bodenmais. Dasselbe ist „verhältnismäßig weit von der Grenze des Granites entfernt, von einer granitischen Injektion sind keine Spuren mehr vorhanden, und die kristallinische Umwandlung der hier sehr dünnschieferigen glimmerschiefer- bis phyllitähnlichen Gesteine ist im allgemeinen weniger ausgeprägt" (Weinschenk). Schwefelkies und Kupferkies herrschten vor; im übrigen finden sich auch hier Magnetkies, Zinkblende und Bleiglanz. Die Erze sind fein durch den Schiefer verteilt, reichern sich aber in gewissen Schichten in Kieszonen an, deren Mächtigkeit 3—3,5 m beträgt.

[1]) Warum hat sich um den Andesin Andesin und um den Cordierit Cordierit gebildet? Warum keine Umwachsung verschiedener Minerale? Auch ist die Rundung des Quarzes usw. kein Beweis für eine Wiedereinschmelzung.

[2]) Geschichtliche Notizen über den Bergbau gibt Gruber.

[3]) Gümbel, Ostbayerisches Grenzgebirge, 613—614. — Weinschenk, Abh. k. bayr. Ak., 1901, 361—362.



Eine der ältesten Gruben Schwedens ist die Kupfergrube von **Falun,**[1]) nordwestlich von Upsala. Sie war lange Zeit auch eine der reichsten und wichtigsten Gruben des Landes. Nach Törnebohm folgen sich von unten nach oben: Gneisgranit, grauer Gneis samt Glimmerschiefer und „Granulit“ (s. S. 119). Diabas, welcher das älteste Ganggestein ist, Granite, Pegmatite und Diorite verschiedenen Alters, durchsetzen die sehr stark gefalteten und gestörten Schichten und zeigen selbst die Anzeichen hochgradiger Pressungen und Zerrungen. In unmittelbarer Nähe der Gruben sind Gänge von „Felsit“ und „Trapp“, letzterer

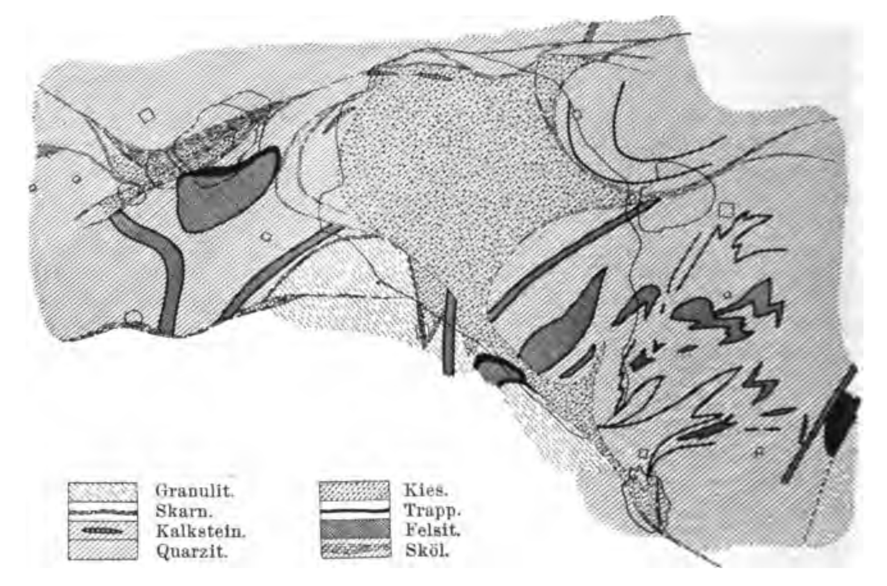


Fig. 193. Versuch einer Rekonstruktion der geologischen Verhältnisse bei Falun. Maßstab 1:6660. (Törnebohm, 1893.)

allgemein die Salbänder der ersteren bildend, weit verbreitet. (Siehe das Kärtchen Fig. 193 und die Beschreibung bei Törnebohm S. 624—640). Kalksteine und Skarn (s. S. 105) kommen gelegentlich in der Nähe der Kiesmassen vor. Letzterer scheint ursprünglich ein Malakolithskarn gewesen zu sein, der

[1]) Joh. Fr. Ludw. Hausmann, Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807, V, Göttingen 1818, 1—178. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 525 bis 528, Lit. — Heberle, Der Einsturz der Fahluner Kupfererzgrube (1876); ebenda XXXV, 1876, 204—205, 214. — Stapff, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 195—196. — Ders., Goldvorkommnisse in Schweden und Törnebohms geologische Untersuchung von Fahlungrube; Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 181—202. Enthält einige bemerkenswerte Auszüge aus weniger zugänglichen, 1861 und 1867 in schwedischer Sprache veröffentlichten Schriften Stapffs und eine kritische Besprechung von Törnebohm, Om Falu grufvas geologi; Geolog. Förening. i Stockholm Förhandl. XV, 1893, 609—690, mit 8 Tafeln. — Glinz, Reisebericht über eine Studienreise durch die wichtigsten Erzgebiete Skandinaviens; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXI, 1902, 43—44. — Everding, Dasselbe (Bergmännisches und Geologisches); ebenda LXII, 1903, 20—22, 35—36. — Tjäder, Karta öfver Fahlu eller Stora Kopparbergs Grufvor, 1845. — Material der Clausthaler Sammlung.

später in Hornblende- und Glimmerskarn umgewandelt worden ist. Sowohl die Gebirgsstörungen wie das wiederholte Niederbrechen des durch den Bergbau durchlöcherten Gebirges, wodurch riesige Pingen entstanden sind, machen die geologischen Verhältnisse unklar und einen vollkommenen Überblick über die ursprüngliche Art des Vorkommens unmöglich.

Das Nebengestein der Erzlagerstätten ist eine quarzreiche, glimmerführende und fast feldspatfreie Modifikation des grauen Gneises von quarzitischem Ansehen. Die Erzlagerstätten selbst sind, auch in ihren erzreichsten Partien, im ganzen nichts anderes, als mit Sulfiden angereicherte Partien dieses Gesteins. Solange der „Quarzit" erzarm oder erzfrei ist, ist er ziemlich reich an Glimmer, enthält außerdem Cordierit (bezw. Falunit), etwas Magnetit, strahligen Amphibol (Strahlstein und Anthophyllit), Andalusit, ferner Granat, Zirkon und Apatit. Durch reichlichen Zutritt von Sulfiden gehen daraus die Hårdmalmer (Harterze) hervor; sie bilden in ihm stark abgeplattete, klumpenförmige Einlagerungen. Erze sind hauptsächlich Schwefelkies und Magnetkies, daneben untergeordnet Kupferkies und etwas Zinkblende. Diese Erzlinsen besitzen in sich eine ziemlich gleichmäßige Beschaffenheit, indem sie durchschnittlich zu einem Fünftel oder Sechstel aus Erz bestehen, das 5—6 % Kupfer enthält. Besonders im Einfallen zeigen sich Übergänge in den Quarzit. Die Hårdmalmer enthalten neben den übrigen Bestandteilen des letzteren vor allem auch Spinell. Solcher Harterzlinsen sind eine ganze Reihe in der Umgebung der großen Kiesstöcke, welche den eigentlichen Erzreichtum beherbergen, bekannt geworden. Sie liegen manchmal eng beisammen und verschmelzen teilweise zu einheitlichen Erzkörpern. Ein solcher ist von Tage aus bis zur Tiefe von 200 m verfolgt worden, ein anderer reichte bis zu 208 m Teufe, war 80 m lang und 10 m dick, ein dritter wurde in 80 m Teufe angefahren, reichte bis 230 m Teufe, hatte eine Länge bis zu 50 m und eine Dicke von meistens 6—8 m.

Die mächtigsten Erzanreicherungen des Gebiets haben in den Kiesstöcken stattgefunden. Diese bilden trotz gewisser Eigentümlichkeiten in Form, Begrenzung und Erzgehalt doch im großen ganzen auch ihrerseits nur eine erzführende Modifikation des grauen Gneises. Sie werden zunächst vollständig umgeben von Skölarn, welche Törnebohm für ruschelartige, im Laufe der Zeit umkristallisierte und mineralisierte Quetschzonen hält (Fig. 196). Wegen ihrer Bedeutung für die Umgrenzung der Kiesmassen und weil sie selbst erzführend sind und deshalb in früherer Zeit abgebaut wurden, haben sie stets eine besondere Rolle gespielt und sind mit zahlreichen Namen belegt worden. Man kann zu Falun besonders drei Arten von Skölar unterscheiden: die Chloritskölar bestehen aus schmutziggrünem, fein- oder grobblätterigem Chlorit, der manchmal aus Biotit hervorgegangen ist. Letzterer ist zudem mitunter in wesentlichen Mengen vorhanden. Die Talkskölar sind zumeist ein Gemisch von Glimmer und Talk, worin bald der eine, bald der andere überwiegt. Falunit kommt in diesen Skölarn in Körnern und radialstengeligen Massen vor. Amphibolskölar sind am wenigsten häufig. Sie bestehen bald hauptsächlich aus Strahlstein, bald vorwiegend aus Anthophyllit. Alle diese Skölararten führen Erze, und zwar sind gerade die reichsten Mittel auf ihnen abgebaut

worden. Diese „Skölmalmer" sind: Kupferkies, Schwefelkies, Magnetkies, Zinkblende und Bleiglanz; sie kommen meist in feiner Verteilung, manchmal aber auch in schönen, reinen Mitteln darin vor. Außerdem finden sich manchmal prächtige Kristalle von Granat, Zinkspinell und Magnetit, ferner Kalkspat, Gips, Schwerspat und Bergpech. Die Skölar erreichen Mächtigkeiten von 10—15 m. Sie verdrücken sich stellenweise und nehmen nach der Teufe zu im allgemeinen ab. Sie endigen dann schließlich in sogen. Schleppklüfte, welche gewöhnlich verändertes Gestein durchsetzen. Wo die Felsit- oder Trappgänge von ihnen durchschnitten werden, haben sich häufig aus deren Feldspat Zeolithe (besonders Laumontit) gebildet, daher „Zeolithskölar".

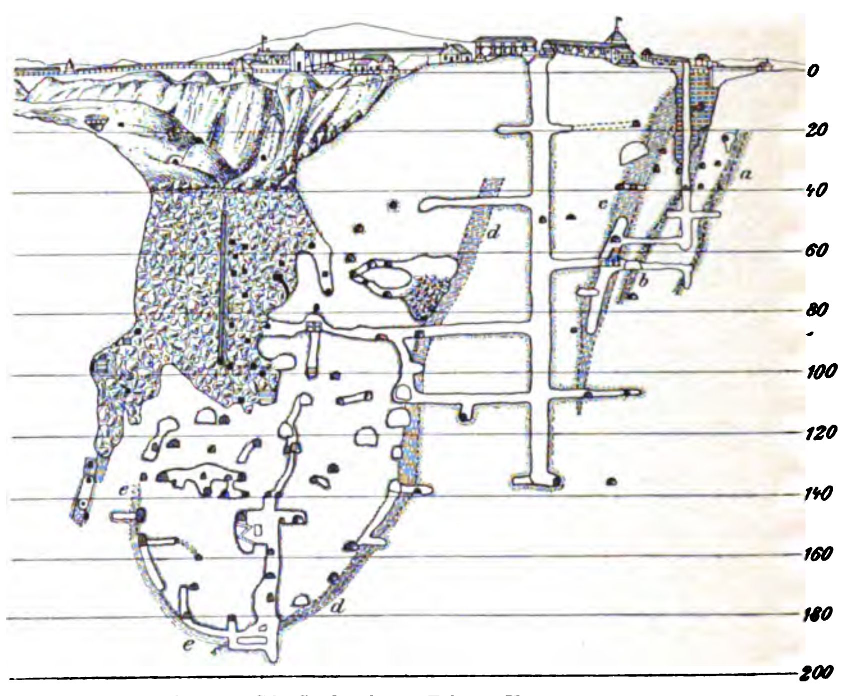


Fig. 194. Die Großgrube zu Falun. (Hausmann, 1818.)
Die rechtsstehenden Zahlen bedeuten schwedische Lachter zu 1,78 m.

Über Form und Ausdehnung der Kiesstöcke geben die Fig. 195 und 196 Aufschluß. Qualitativ ist ihre Erzführung dieselbe wie diejenige der Harterzlinsen; sie ist aber quantitativ zu Gunsten der Sulfidmenge davon verschieden. Die „halbharten Erze" bilden darin den Übergang zu den reichen „Weicherzen" (Blötmalmer); in beiden ist indessen Schwefelkies wieder die Hauptsache. Die Erzbeschaffenheit und der Adel innerhalb der Kiesstöcke waren nicht gleichmäßig, indem Übergänge zwischen Quarzit, Harterz und Weicherz stattfanden, der Kupferkiesgehalt scheinbar sehr geschwankt hat und vor allem auch sekundäre Wanderungen der Erze stattgefunden haben. Im großen ganzen ist der schon wiederholt erwähnte, mit Silikaten gemischte Quarzit das hauptsächlichste Muttergestein des Erzes; nach Törnebohm kommen in den Kiesstöcken indessen

auch sulfidführende Kalksteine und Strahlsteinmassen vor. Nicht selten ist eine brecciöse Struktur des Erzes, indem Stücke des kiesführenden Quarzits durch Schwefelkies, Kupferkies oder Quarz wieder verkittet sind. Auch haben sich sekundäre Erze auf allerlei Spalten angesiedelt. Wegen der nur sehr schwer zu deutenden Einzelheiten sei nachdrücklich auf die Abhandlung Törnebohms verwiesen. Das Weicherz enthält 2—3 % Kupfer; die Faluner Erze sind ferner silberhaltig, und zwar scheint das Silber nicht nur an Bleiglanz, sondern auch an die übrigen Sulfide gebunden zu sein. Die Gewinnung von Gold aus den Faluner Kiesen datiert aus dem Jahre 1790. Sie betrug früher etwa 2 kg im Jahre, 1855 war sie auf 0,31 kg gesunken. In den besonders quarzreichen „Harterzen" beträgt der Goldgehalt nach Eggertz (1860) 0,0005 % oder 5 g p. t. Schon 1867 hat Stapff auf das Vorkommen eines schwefel-, selen- und wismuthaltigen Golderzes aufmerksam gemacht, 1881 wurde durch Zufall im Quarz des Faluner Harterzes Freigold und Selenbleiwismutglanz mit gediegen Wismut und Bleiglanz aufgefunden. Dieses Goldvorkommen ist ein gangförmiges und gehört der Gold-Wismut-Formation an (s. S. 631). Im übrigen ist das Gold von Falun an die Kupferkiese gebunden und in diesen scheinbar nicht als Freigold enthalten. Die jährliche Goldproduktion beläuft sich zu Falun auf 60—80 kg, wovon auf das Ganggold etwa die Hälfte entfällt.

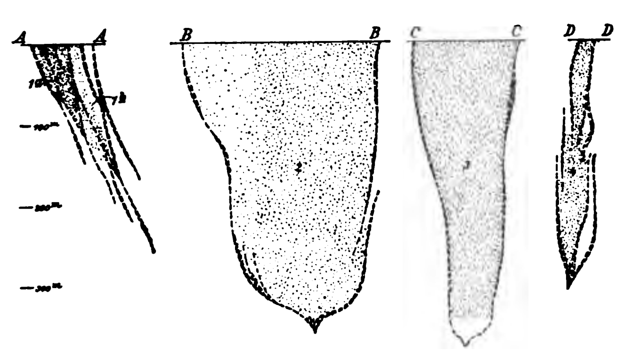


Fig. 195. Profile durch einige Faluner Kiesstöcke. 1a Schultzkiesstock, 1b Kräftklo-Kiesstock, 2 Großgrubenkiesstock, 3 Källortskiesstock, 4 Königinkiesstock. (Törnebohm, 1893.)

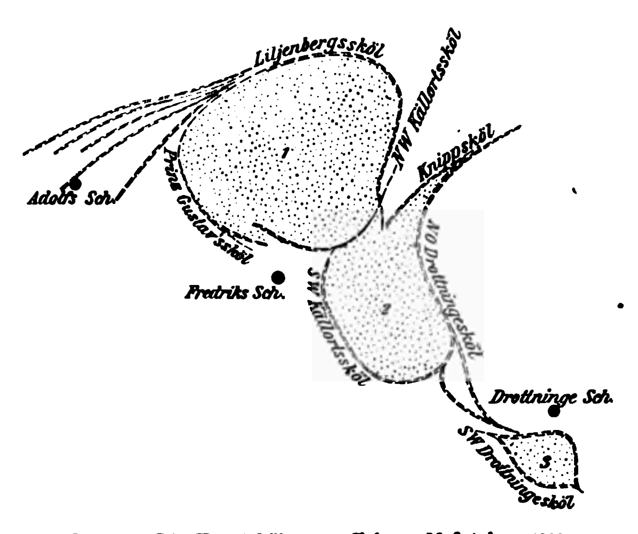


Fig. 196. Die Hauptskölar von Falun. Maßstab 1:5300. 1 Großgrubenkiesstock, 2 Källortskiesstock, 3 Drottning- (Königin-) Kiesstock. (Törnebohm, 1893.)

Beiläufig sei hier die allgemeine Mineralienliste von Falun mitgeteilt: (Gold, Kupfer, Wismut); Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende, Kobaltglanz, Fredricit (d. i. ein blei- und zinnführendes Silberfahlerz), Geokronit, (Selenbleiwismutglanz oder Galenobismutit); Zirkon, Quarz, Magnetit, Gahnit, Pleonast, (Eisenocker); Flußspat; Kalkspat, Dolomit, (Malachit und Kupferlasur); (Anhydrit, Schwerspat, Gips, Epsomit, Halotrichit, Botryogen, Kupfer-, Eisen- und Zinkvitriol); Andalusit, Staurolith, Granat, Biotit, Chlorit, Talk, Serpentin, Malakolith, Anthophyllit, Strahlstein, Cordierit (samt Falunit); (Apophyllit, Laumontit, Prehnit, Petroleum und Asphalt). Die eingeklammerten sind später in die Kieslager eingewandert oder jüngste Umwandlungsprodukte.

Törnebohm verzichtet auf eine ausführliche Theorie betreffs der Entstehung des Faluner Kiesvorkommens. Zwischen der Erzführung der Hårdmalmer und der Kiesstöcke besteht nur ein quantitativer Unterschied, in ihrer petrographischen Ausbildung ein solcher nur insofern, als in den Kiesstöcken in ganz untergeordneter Weise auch Kalksteine und Skarne vorkommen. Beide Lagerstättenformen sind genetisch durchaus verwandt. Die Kalksteine und der Skarn liegen zudem an der Grenze zwischen dem Granulit und den erzführenden Quarziten. Die Erze bilden offenbar einen primären Bestandteil des erzführenden Gesteins; die umgebenden kristallinen Schiefer und den sulfidhaltigen Quarzit hält Törnebohm für ganz verwandte Gesteine, die sich u. a. auch durch den fast gänzlichen Mangel des Feldspats und den Reichtum an Cordierit in letzterem unterscheiden; dieser Unterschied ist nach ihm keinesfalls die Folge irgendwelcher späterer Umwandlungen des Quarzits, sondern ein primärer. Die mikroskopische Untersuchung der Erze ergibt kaum einen durchgehenden Altersunterschied zwischen den einzelnen nicht später eingewanderten Erzarten; im großen ganzen läßt sich aber auch hier aussprechen, daß Magnetit das älteste, Pyrit, Magnetkies und Zinkblende jünger, Kupferkies das jüngste Erz ist. Törnebohm außert sich folgendermaßen: „Wir werden uns vorstellen können, daß die obersten Teile der Ablagerung, aus welcher die grauen Gneise später hervorgingen, gleichzeitig mit oder bald nach ihrem Absatz örtlich mit Schwefelmetallen imprägniert worden sind, während gleichzeitig ihr Gehalt an Kali und Tonerde abnahm. Ursachen für diese Veränderungen lassen sich natürlich nicht mit Bestimmtheit angeben, aber vermutungsweise könnte man den Gedanken aussprechen dürfen, daß es warme Quellen gewesen sein könnten, welche im Zusammenhang mit dem Auftreten irgend eines Eruptivgesteins standen, möglicherweise mit dem des ältesten Diorits im Gebiet". Mit ihrer Eigenschaft als sedimentäre Lagerstätte würde sich aber der sehr ungleichmäßige Erzgehalt der Lager nicht vereinigen lassen, und auch die Form derselben bereitet hier schwere Hindernisse. Törnebohm hält deshalb eine spätere Konzentration des Erzes nach der Tiefe zu für nicht unwahrscheinlich, wobei besonders die zwischen den Skölarn eingeschlossenen Räume, wegen der vermutlichen Undurchlässigkeit dieser ruschelartigen Bildungen, wie große Tröge die abwärts sickernden Erzlösungen zurückgehalten und zu einer Konzentration in den Kiesstöcken geführt hätten. Diese Umlagerung hätte nicht nur zur Bildung der reicheren Erze in den Kiesstöcken, sondern auch zu derjenigen der Golderzgänge und besonders der Skölerze geführt, welch letzteren man am ehesten eine spätere Entstehung wird zuschreiben dürfen. Diese Konzentrationen, Auslaugungen und Umlagerungen müßten nach und während der gewaltigen Gebirgspressungen, welche zur Entstehung der Skölar führten, und nach einer schon tiefgehenden Denudation der oberen Teile der Kieslagerstätten vor sich gegangen sein.

Törnebohm hält die erzführenden, quarzreichen Gesteine wie gesagt für gleichartig mit den umgebenden Granuliten, Gneisen und Kalksteinen und alle für sedimentär; um das massenhafte Vorkommen der Erze zu erklären, muß er



deren Umlagerung annehmen. Die Einordnung der Lagerstätten von Falun in die Gruppe der Injektionslagerstätten zugleich mit Bodenmais setzt voraus, daß der erzführende, Kontaktmineralien, Zirkon und Apatit enthaltende „Quarzit" als eine übersaure granitische Injektion in vielleicht gleichfalls injizierte Schiefer oder in solche von ursprünglich eruptiver Entstehung betrachtet werden darf, daß dann ferner der Skarn ein Kontaktgestein ist; diese Auffassung würde keine sekundäre Konzentration des Erzgehalts anzunehmen genötigt sein und könnte in den Goldwismuterzgängen gewissermaßen das Produkt der letzten Aussonderungen (Ausschwitzungen) aus dem aplitischen Magma erblicken. Die spätere Entstehung der Skölar und der darin enthaltenen Erze würde dadurch zunächst nicht berührt werden. Zu bedenken wäre aber vielleicht noch, ob sie nicht etwa als Zonen der Gleitung und Pressung während der Emporpressung des sauren Magmas gebildet sein könnten. Wird die Möglichkeit einer solchen Entstehung der Faluner Lagerstätten zugegeben, dann wäre noch unentschieden, ob man sie als eruptive oder als epigenetische Injektionslagerstätten bezeichnen will, je nachdem man das räumliche Verhältnis zwischen Erz und Quarzit oder das des erzführenden Quarzits zum Schiefergebiet näher ins Auge faßt.

Die ältesten Dokumente über den Faluner Bergbau stammen aus dem Jahre 1347, aber sicherlich reicht derselbe bis ins XIII. Jahrhundert zurück. Eine große Pinge mit einem Durchmesser von 380 m, deren heutige Form auf die Einbrüche von 1687 und 1746—1798 zurückzuführen ist, gibt Zeugnis von den gewaltigen Weitungsbauen früherer Zeit; die auch in neuerer Zeit (z. B. am 24. Mai 1876) noch sich wiederholenden Niederbrüche haben das geologische Bild der Lagerstätte vollends fast unkenntlich gemacht. Nach Hausmann erstreckte sich der Niederbruch der Pinge schon im Anfang dieses Jahrhunderts bis zu 220—260 m. Der genannte Mineraloge gibt einen geschichtlichen Überblick der Gruben bis auf seine Zeit. Danach war damals schon die Kupferproduktion Faluns im Niedergange begriffen. Die größte Produktion wurde 1651 mit 3067 t erreicht. Im Jahre 1686 betrug sie noch 12589 Schiffspfund oder 2142 t, 1687 1793 t, 1690 1945 t; schon 1715 erzeugte man nur noch 1255 t, im Jahre 1802 noch 829 t. Die gegenwärtige Produktion Faluns beläuft sich auf etwa 60—80 kg Gold, 400 kg Silber und etwa 500 t Kupfer. Nach Vogt[1]) hätte die Grube bis jetzt etwa 480000 t Kupfer insgesamt geliefert. Die Faluner Kupferlaugerei produziert 1600 t Kupfervitriol, 300 t Eisenvitriol und 1000 t Eisenfarbe. Die Kieslager sind jetzt fast ganz abgebaut; die Besitzerin, die Stora Kopparberg Bergslags Aktiebolag, beschäftigt auf zahlreichen Werken Schwedens 100 Beamte und 4500 Arbeiter.

Die Kupferlagerstätten von **Åtvidaberg** und **Bersbo**[2]) in Östergotland sollen hier ihre Stelle finden. Erze sind hauptsächlich Kupferkies, Schwefelkies und Magnetkies samt Zinkblende und etwas Bleiglanz, randlich manchmal von Magnetit begleitet. Åtvidaberg ist gegenwärtig auflässig.

Die Basis des Urgebirges wird gebildet von „Urgranit" samt „Gneisgranit", welche von den darüberliegenden kristallinen Schiefern in der Regel scharf getrennt sind; die letzteren schmiegen sich regelmäßig und konform an die Urgranitmassen an. Nur scheinbar tritt dieser Granit manchmal intrusiv auf; in Wirklichkeit handelt es sich dann um Störungen. Indessen bilden auch wirklich intrusive, jüngere Granite weite Gebiete; sie können sämtliche kristalline Schiefer durchbrechen und Apophysen in dieselben senden, welche häufig aplitisch oder pegmatitisch ausgebildet zu sein scheinen. Solche Gesteine finden sich in

[1]) Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 378; 1900, 126—127.

[2]) Törnebohm, Om de geologiska förhållandena i trakten kring Åtvidaberg och Bersbo; Geol. Fören. Förh., VII, 1884—1885, 562—597. — Nordenström, Mellersta Sveriges Grufutställning, 1897, 13—16. — Material der Clausthaler Sammlung.

den Gruben bei Bersbo. Im ganzen lassen sich die älteren kristallinen Gesteine in nachstehende Lagerungsfolge reihen:

unten: „Urgranit“ und „Gneis“
Glimmerschiefer
Granulit } Granulitzone.
Diorit, Dioritschiefer und Granulit
Porphyrischer Gneis und Hornblendegneis.

Betreffs der speziellen Entstehungsgeschichte dieser Gesteinsreihe stehen allerdings noch alle Fragen offen. Das ganze Schichtensystem ist in dem Gebiete wiederholt in Falten und Mulden geworfen, die Schichten stehen steil. Solchen Mulden innerhalb des weiten Urgranitgebiets gehören die Lagerstätten von Åtvidaberg und die etwa 10 km nördlich davon gelegenen Vorkommnisse von Bersbo an, welche eine große gegenseitige Ähnlichkeit aufweisen. Sie sind voneinander getrennt durch einen SW.—NO. streichenden Faltenzug kristallinen Gebirges und einen einige Kilometer breiten Stock jüngeren Granits.

Åtvidaberg liegt 180 km SW. von Stockholm. Hier wie in Bersbo kann man zweierlei Arten von Sulfidlagern unterscheiden: die eine in Hornblendeschiefern, die andere in der etwas tieferen Gneiszone. Die wichtigsten Vorkommnisse gehören letzterer Kategorie an. Auf der Mormorsgrube, westlich von Åtvidaberg, liegt das Kieslager auf einem vorzugsweise quarzigen Gestein, das durch Einlagerungen von braungrünem Glimmer, Magnetit und Turmalin streifig erscheint und kleine Feldspatkörner enthält. Die Mächtigkeit des Erzlagers beträgt 0,3—3 m; seine Länge 60 m, es wird überdeckt von einem gleichfalls 0,3—3 m mächtigen, aus Quarz, braungrünem Glimmer, aus Epidot und etwas Titanit und Apatit bestehendem Gestein. Schon jener turmalinführende Schiefer enthält Körner und kleine Linsen von Kupferkies und Körner und Kristalle von Pyrit; stellenweise wird diese Kieszone nach oben von einem Magnetitlager begrenzt. Das reichste Erzvorkommen aber liegt, wie gesagt, zwischen jenen beiden Schieferpartien und besteht nach Törnebohm aus gerundeten Körnern von Quarz und Magneteisen und rundlichen Partien von der Zusammensetzung des hangenden Schiefers, seltener auch von der des Gneisgranits. Alle diese Elemente liegen in einer Matrix von Kupferkies, Schwefelkies und etwas (sekundärem?) Buntkupfererz. Auch im benachbarten Granitgneis kommen Adern von Kupferkies vor. Die mikroskopische Untersuchung, welche eine zerrüttete Beschaffenheit des Gesteins erweist, macht eine sekundäre Imprägnation desselben ziemlich gewiß. Die Mormorsgrube hatte 1886 eine Tiefe von 407 m.

Ganz ähnliche Verhältnisse walten auf der Varpgrube, der Haggrube, wo das Lager 0,3—0,6 m, stellenweise auch 1,5—2 m mächtig ist, der Malmviks- und der Garpagrube. Diese letzteren konglomeratartigen Vorkommnisse sind nach Törnebohm zweifellos sekundären Ursprungs; möglicherweise sind sie erzimprägnierte Skölar und Quetschzonen, während die erzführenden Quarz-Turmalingesteine einen primären Erzgehalt besitzen. Jene Imprägnationszonen setzten in große Tiefen hinab, wie die bedeutende Abbauteufe der Mormorsgrube erkennen läßt.

Eine ganz andere Beschaffenheit als die letzteren Vorkommnisse haben die Erze, welche auf der Bondgrube, der Steffenburgsgrube und der Storgrube bei Bersbo der hauptsächlichste Gegenstand des Bergbaues waren. Diese jetzt teilweise aufgelassenen Gruben bauten nach Törnebohm alle auf einem Lager von etwa 570 m streichender Länge, das auf den beiden erstgenannten eine Mächtigkeit bis zu 2 m erreicht und sehr gleichmäßig und gut aushaltend ist. Die nachstehende Beschreibung des Erzes geschieht an der Hand des Materials, welches die Clausthaler Sammlung der Grubenverwaltung verdankt. Demnach erinnern die „Haupterze“ von der Steffenburgs- und Stor-

grube einigermaßen an das Harterz von Falun: eine harte, scheinbar ganz aus Quarz bestehende Masse ist wie netzaderig durchzogen von Erz; als solches fällt bei oberflächlicher Betrachtung zunächst nur der Kupferkies auf, aber auch Magnetkies läßt sich ohne weiteres erkennen. Wo das Gefüge körniger ist, bilden diese beiden sowie dunkelbraune Zinkblende samt gerundeten Quarz- und Cordieritkörnern, Glimmerblättchen und vereinzelten Granatkörnern Gemenge, welche noch sehr vielmehr an das Erz von Bodenmais erinnern würden, wenn nicht dort der Magnetkies, zu Bersbo der Kupfer- und Schwefelkies vorwaltend wären. Die gerundeten Quarzeinschlüsse scheinen manchmal weit über nußgroß zu werden. Wie man leicht erkennen kann, umschließen sie Körnchen der verschiedenen Erze. Die frischen, harten Erze[1]) zeigen unter dem Mikroskop eine ähnliche Struktur wie Kontaktgesteine; sie bestehen hauptsächlich aus Quarz, Cordierit, viel grünem Spinell, Biotit, Granat und Hornblende samt den Erzen Kupferkies, Pyrit, Magnetkies, Zinkblende und Magnetit. Alle diese Bestandteile umschließen sich und durchwachsen sich gegenseitig in zapfenartiger Verschränkung, so daß es kaum möglich ist, eine Altersreihe aufzustellen. Bei oberflächlicher Betrachtung möchte man die Erze für die jüngsten Gemengteile halten; eine genauere Untersuchung ergibt indessen teilweise sogar das Gegenteil. Besonders der Magnetit, der Pyrit, der Magnetkies und die Zinkblende, aber auch der Kupferkies finden sich als zweifellose Einschlüsse in allen Silikaten und wenigstens teilweise im Spinell.

Im großen und ganzen läßt sich für die Erze folgende Altersreihe feststellen: 1. Magnetit; 2. Pyrit, Magnetkies, Zinkblende; 3. Kupferkies. Zu bemerken ist, daß der Pyrit auch hier zur Bildung von Kristallen neigt. Von einer Einwanderung von Erzen in ein fertig vorgebildetes Kontaktgestein kann in diesem Fall, soweit die Hauptmasse derselben in Betracht kommt, gar keine Rede sein, sondern die Erze waren da, als sich die übrigen Gesteinsgemengteile gebildet haben. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß in manchen Dünnschliffen besonders der Kupferkies und die Blende als Ausfüllung von offenbaren Spaltrissen auftreten und z. B. Splitter von Granat zu verkitten scheinen oder zwischen die Spaltrisse aufgeblätterten Biotits eingedrungen sind; es handelt sich eben dann um Umlagerungen oder nachträgliche Ansiedelungen, welche zu irgend einer Zeit vor sich gegangen sind (s. S. 966). Das Gestein im Liegenden des Bersbo-Lagers ist ein Biotit-Hornblendegranulit mit Erzspuren, das Hangende bildet ein grauer, zäher Biotitgranulit mit aplitischen Einlagerungen und Erzstreifen. Inmitten des Erzes selbst kommen übrigens noch richtungslos schuppige Butzen von Biotit, Granat usw. vor, die gleichfalls erzführend sind. Sie sind mit Hinsicht auf ihre jetzige Form eher als konkretionäre Massen, denn als „Einschlüsse" zu bezeichnen.

Von dem soeben gekennzeichneten Lager des Bersboer Reviers unterscheidet sich dasjenige von der Bjorkelidgrube nördlich von Bersbo. Ein frischer Glimmerhornblendeschiefer mit hellroten Granaten führt dort streifenweise Kupferkies. Der letztere findet sich als zweifelloser Einschluß neben Magnetit im Granat und ist dann in diesen nicht eingewandert. Zum größten Teil aber hat dieses Erzvorkommen das Ansehen einer Imprägnation. Aus den vorliegenden Stücken möchte man schließen, daß das Erz gerade in den granatreicheren Gesteinslagen besonders reichlich auftritt. Zu erwähnen sind auch Imprägnationen von Molybdänglanz im Glimmerschiefer von Bjorkelid.

Wie zu Åtvidaberg, so kommt auch zu Bersbo ein Erzlager vor, auf welchem das Erz scheinbar nur das Bindemittel zwischen teilweise gerundeten Bruchstücken von allerlei Material wie Feldspat, Quarz, Hornblende und Granat

[1]) Eine erschöpfende petrographische Beschreibung des Vorkommens ist hier nicht beabsichtigt.



bilden soll. Dabei wäre es nach Törnebohm noch zu einer Auskristallisation von Strahlstein und Magnetit innerhalb der Schwefelmetalle gekommen. Dieses Erzvorkommen scheint in früherer Zeit der Reichtum der Storgrube gewesen zu sein; das Lager war bis zu 15—18 m mächtig und hat sich nach Törnebohm in einer Zone sehr intensiver Faltung und Pressung der Schiefer gebildet, wobei der naheliegende, das Lager abschneidende Granitstock als Widerstand gewirkt hätte. Da die von dem Granit in die Schiefer eindringenden Apophysen selbst auf Spalten von Erz durchtrümert werden, so wird hierin auch ein Beweis dafür erblickt, daß diese Erzbildung jünger ist als die Granitintrusion.

Sieht man von den Erzabsätzen der letzteren Art ab, welche zu Åtvidaberg und stellenweise auch zu Bersbo eine bedeutende Rolle spielen, so hat wenigstens das vorhingeschilderte Vorkommen von Bersbo eine große Ähnlichkeit mit der Lagerstätte von Bodenmais. Nicht nur die Beschaffenheit des Erzes ist eine analoge, sondern auch die Verbindung der Schiefer mit granitischen Intrusionen ist nach den vorliegenden Stücken eine ganz ähnliche; aplitische Apophysen setzen in das Nebengestein, welches neben ihnen die Struktur und das Aussehen von Hornfelsen annimmt;[1]) ein Pegmatit, aus Quarz, Biotit und lauchgrünem Feldspat bestehend und durchwachsen von Kiesen, welche als primäre Einschlüsse in seinen Bestandteilen auftreten, könnte mit den analogen Bodenmaiser Gesteinen ohne weiteres verwechselt werden; die rundlichen, in Magnetkies eingebetteten und selbst Kies umschließenden Quarzkörner finden sich auch hier und desgleichen enthalten die Sulfide auch ringsum ausgebildete Cordieritkristalle. Es müssen deshalb die cordierit-spinell-granatführenden Kieslagerstätten von Bersbo ihre Stelle neben denjenigen von Bodenmais finden; welche Entstehungsweise man für diese annehmen mag, sie gilt jedenfalls auch für jene.

Der Kupfergehalt der Bersboer Erze schwankt jetzt zwischen 2 und 3%. Ihre Höchstproduktion erreichten die Gruben von Bersbo und Åtvidaberg im Jahre 1859 mit 1221 t Kupfer.

Eine zweifellose Ähnlichkeit mit Bodenmais besitzt das Zinkerzvorkommen von **Långfallsgrube** in Schweden, westlich von Ludvika in der Provinz Dalarne.

Nach Beck[2]) besteht die Erzführung des 3—5 m mächtigen Lagers hauptsächlich aus Zinkblende, untergeordnet aus Magnetkies, Kupferkies, Pyrit und silberhaltigem Bleiglanz, welche massige Gemische bilden können, die Büschel eines monoklinen Amphibol-Anthophyllits, Cordierit und grünen Spinell umschließen. Der Cordierit und der Spinell sind auch hier in gerundeten Körnern mit der Erzmasse gerade so aufs innigste verwachsen, wie dies von den Lagerstätten von Bodenmais, Bersbo usw. bekannt ist. Innerhalb des Erzlagers kommen unregelmäßig geformte grobkristalline Ausscheidungen vor, deren Zusammensetzung gleichfalls wiederum sehr an Bodenmais erinnert; sie bestehen aus Quarz, lichtspangrünem Orthoklas, Mikroklin, Plagioklas, blauem oder grünem Cordierit, schwarzgrünem Spinell und dunklem Glimmer und sind selbst etwas erzführend. Bald waltet der Quarz vor, bald der Feldspat, es sind also Aplite; gegen das Erz zu sind sie durch eine biotitreiche Randzone geschieden, welche außer Spinell und Amphibol gleichfalls die genannten Sulfide enthält. Gewisse Handstücke von Långfalls lassen sich von solchen von Bodenmais kaum unterscheiden.

Das Erzlager bildet eine Einlagerung in körnig-schuppigem Biotitgneis („Granulit"), der im Liegenden desselben in ein fast feldspatfreies, grob-

[1]) So besonders in einem Stück vom Adelsvartsschacht.

[2]) Lehre von den Erzlagerstätten, 1901, 476—477. — Ders., Über die Gesteine der Zinkblendelagerstätte Långfallsgrube bei Räfvåla in Schweden; Tscherm. Mitt., XX, 1901, 382—389.



schieferiges, an Sillimanit reiches Quarzbiotitgestein übergeht. Das Hangende bildet ein zum großen Teil aus einer hauptsächlich eisen- und magnesiahaltigen, anthophyllitartigen, monoklinen Hornblende bestehender Strahlsteinfels. Dieser ist ziemlich reichlich besonders mit Zinkblende imprägniert, deren Eindringen eine deutliche Zerrüttung des Gesteins vorausgegangen ist.

Eine Anzahl weiterer schwedischer Kupfergruben, die indessen seit längerer oder kürzerer Zeit nicht mehr abgebaut werden und über deren geologische Verhältnisse nichts Genaueres gesagt werden kann, sind die von Riddarhytta, Nya-Kopparberget und Garpenberg. Zu Riddarhytta liegen nach Hausmann[1]) in steileinfallendem Glimmerschiefer mehrere parallele, stockförmige, kupfer- und eisenerzführende Lager. Zu Nya-Kopparberget[2]) ist granitartiger Gneis die herrschende Gebirgsart; man baute seit 1624 auf mehreren unmittelbar in Glimmerschiefer eingelagerten, parallel laufenden Kieslagern mit Schwefelkies, Kupferkies und Magnetkies, seltener mit Buntkupfererz und Zinkblende. Der Kupfergehalt des Erzes soll 3 % betragen haben. In den Kieslagern fanden sich mit den Erzen gemengt: Quarz, Glimmer, Hornblende, Malakolith und Flußspat. „Die Erzlager werden durchsetzt und zum Teil abgeschnitten von mehreren mitunter mächtigen Gängen eines granitartigen Gemenges von fleischrotem oder weißem Feldspat, Milchquarz und silberfarbenem Glimmer." (Hausmann.) 1807 betrug die Kupferproduktion nur noch 40 Schiffspfund oder 6,8 t.

Zu **Garpenberg**,[3]) 50 km südöstlich von Falun, ist in früheren Zeiten hauptsächlich auf zwei Kupfererzlagern Bergbau getrieben worden, die im Glimmerschiefer aufsetzen, diesem parallel eingelagert und etwa 80—90 m voneinander entfernt sind. Das nördlicher gelegene Erzlager ist etwa 10 m mächtig, das südlichere besteht aus einer Reihe von Linsen, die Mächtigkeiten bis zu 26 und 30 m gehabt haben sollen. Das nördliche Lager soll sich 2 km weit haben nachweisen lassen, wenn auch nur in einer Kupferkiesführung des Glimmerschiefers. Unmittelbares Nebengestein der Erzlager ist ein Glimmerschiefer, der stellenweise in eine Wechsellagerung von Quarz- und Glimmerlagen übergeht, untergeordnet auch Hornblende und in großer Menge Granat führt. Über die Beschaffenheit des Erzlagers äußert sich Hisinger: „Das Erzlager wird von einer Menge nach der Länge des Lagers länglichen Erznieren gebildet, die in parallelen Strecken liegen und durch Glimmerschiefer getrennt und von ihm umgeben sind." Von Erzen erwähnt er: Kupferglanz, Kupferkies, Schwefelkies (Durocher auch Buntkupfererz), Bleiglanz, Zinkblende. Ferner kommen vor: Flußspat, Almandin, grüner Feldspat, Talk, Skapolith in Kalkspat, Gahnit; es wird indessen nicht angegeben, ob diese Vorkommnisse an die Erzlager gebunden oder sonst in der Nachbarschaft gefunden worden sind. Auch Laumontit nennt Hisinger. Für die systematische Einordnung dieser zuletzt genannten Lagerstätten scheinen alle Unterlagen zu fehlen.

Die Gruben von Garpenberg, welche 1849 eine Teufe von 300 m erreicht hatten, sind schon im XII. Jahrhundert abgebaut worden. Nach Hausmann enthielten die reicheren Erze 3 %, die armen Pocherze höchstens 0,6 % Kupfer. Ob das mineralogisch sehr komplizierte Vorkommen von Kafveldorp[4]) etwa

---

[1]) Reise durch Skandinavien, 1818, V, 327.

[2]) Ebenda V, 330—333.

[3]) Hausmann, Reise durch Skandinavien, IV, 1816, 332—360. — Hisinger, Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden. Übersetzt von Wöhler, 1826, 64—65. — Durocher, Gîtes métallifères de la Suède etc.; Ann. d. mines (4), XV, 1849, 296—297.

[4]) H. Sjögren, Chondrodit från Kafveltorp; Geol. Fören. Förh., V, 1880—81, 655—714.



mit Falun und Bersbo verwandt ist, muß dahingestellt bleiben. Vogt[1]) gibt folgende Gesamtproduktionen an: Riddarhyttan 6425 t, Nya Kopparberget (1636—1878) 7468 t, Garpenberg 6269 t, Åtvidaberg (1765—1898) 34 535 t.

Soweit sich aus Handstücken beurteilen läßt, gehört in diese Gruppe von Minerallagerstätten auch das durch seine schönen Cordierite ausgezeichnete, fast ganz abgebaute Vorkommen von Orijärvi in Finland, das u. a. auch etwas Molybdänglanz enthält, sowie vielleicht dasjenige von Haddam in Connecticut. Hält man Umschau nach weiteren Lagerstätten, die vielleicht gleichfalls als Abscheidungen aus sauren eruptiven Minerallösungen bezeichnet werden könnten, so fällt der Blick auf die lagerförmigen Kobaltfahlbänder Südnorwegens (s. S. 269) und die Zinkblendelager von Åmmeberg in Schweden (s. S. 362). Um eine Verwandtschaft dieser besonders mit den oben geschilderten schwedischen Kies- und Blendelagern zu begründen, fehlen aber bisher alle positiven geologischen Unterlagen.

Die Zinklagerstätte am **Schneeberg**[2]) bei Sterzing in Südtirol ist in formeller Beziehung eine Spaltenfüllung, scheint daneben aber auch das Wesen einer metasomatischen Lagerstätte zu besitzen. Ihre Mineralführung entspricht im ganzen der quarzigen Bleiformation, ist aber von den weiter oben beschriebenen gewöhnlichen Gängen dieser Art durch Eigentümlichkeiten unterschieden, welche einerseits an den Typus Bodenmais erinnern, andererseits zum Gepräge einer metasomatischen Kontaktlagerstätte führen. Soweit bis jetzt bekannt ist, ist die Lagerstätte einem granitischen Gesteine nicht so unmittelbar benachbart, wie das ihre Erscheinungsweise vermuten lassen könnte.

Die Grube am Schneeberg liegt in einer Seehöhe von 2200 m bei dem Orte St. Martin, W. von Sterzing am Südabhange der Stubaier Alpen und bereits im Gebiete der in die Etsch mündenden Passeier. Die zugehörige Aufbereitung befindet sich bei Maiern im Ridnauntale. Die Umgebung der Schneeberger Lagerstätte besteht aus etwa NO.—SW. streichenden, recht verschiedenartig zusammengesetzten kristallinen Schiefern, aus Gneis und Dolomiteinlagerungen. Im großen ganzen fallen die Schichten nach NW. ein; die in die Schiefer eingelagerten, bis zu 200 m mächtigen marmorartigen Dolomite sind nach Frech nichts anderes als eingefaltete Schollen der Trias (Hauptdolomit), welche nach Norden zu am Tribulaun, im Gschnitztale usw. mächtige Auflagerungen auf dem Schiefergebirge bildet. Die Schiefer sind vorzugsweise Biotit- und Muskovit-

---

[1]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 127.

[2]) v. Beust, Die Erzlagerstätte vom Schneeberg bei Sterzing in Tirol; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., XIX, 1871, 201—205. — Balling, Vom Schneeberg in Tirol; ebenda XX, 1872, 409—411. — Pošepný, Über die Erzlagerstätte am Schneeberge in Tirol; ebenda XXVII, 1879, 106. — v. Elterlein, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätte des Schneebergs bei Mayrn in Südtirol; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XLI, 1891, 289—348, Lit. — Groth, Über neuere Untersuchungen ostalpiner Erzlagerstätten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 20—24. — Weinschenk, Die Erzlagerstätte des Schneebergs in Tirol und ihr Verhältnis zu jener des Silberbergs bei Bodenmais im bayrischen Wald; ebenda 1903, 231—237. — Frech, Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen mit besonderer Rücksicht auf den Brenner; Wissensch. Ergänz.-Hefte z. Ztschr. d. D. u. Ö. Alp.-Ver., II, 1, 1905. — Material der Clausthaler Sammlung.

glimmerschiefer. Sie führen u. a. viel roten Granat, viel Zirkon, Turmalin, Apatit, Zoisit, Sillimanit, nach v. Elterlein auch Cordierit und Andalusit.[1]) Dazu kommen granatführende graphitische, phyllitähnliche Schiefer, Amphibolit und die erwähnten Dolomite samt Calcitmuskovitschiefern in ihrem Liegenden und einer 1 m mächtigen Einlagerung eines muskovit- und etwas zirkonführenden Quarzits. Bezüglich der erwähnten Karbonatgesteine sei nur gesagt, daß der Calcitmuskovitschiefer von annähernd parallelen Schnüren eines grobkörnigen Quarzes durchzogen wird, der gleichfalls etwas Zirkon umschließt. v. Elterlein bezeichnet die Lagerstätte als eine gangförmige und unterscheidet einen Hangendgang, einen Liegendgang und ein Quertrum. Die beiden ersten scharen sich gegen NO. zu, indem der Hangendgang WSW., der Liegendgang SW. streicht, der erste unter 28°, der letztere unter 40° nach NW. einfällt. Nach der Scharung setzt die Lagerstätte mit der Beschaffenheit des Hangendganges fort. Sie ist nach v. Elterlein 800 m weit verfolgt worden, möglicherweise aber im Streichen noch sehr viel ausgedehnter. Frech bemerkt, daß der Hangendgang genau parallel zu einem Teile der eingefalteten Triasmarmore gerichtet ist. Die beiden anderen Gänge durchschneiden die Schichten häufig. Gangstufen lassen keinen Zweifel daran, daß die Lagerstätte wirklich teilweise die Schiefer quer durchschneidet. Die schwankende Mächtigkeit der Gänge beträgt im Mittel etwa 1,3 m, doch tut sich der Liegendgang manchmal bis zu 15 m Breite auf oder wird zur schmalen, dann zumeist nur quarzführenden Kluft. Das Haupterz bildet manchmal in über $^1/_2$ m mächtigen Massen die schwarze oder braune Zinkblende; dazu kommt der derbe Magnetkies, weniger massenhaft der Pyrit, der verbreitete, indessen nie derbe Arsenkies, der Bleiglanz, der nie kristallisiert gefunden wurde und nach der Zinkblende das häufigste Schneeberger Erz ist. Der Kupferkies ist untergeordnet, Boulangerit und Antimonfahlerz, beide ein wenig wismuthaltig und von Arsenkies begleitet, gehören zu den älteren Erzabscheidungen. Der milchweise Quarz bildet die Hauptmasse der Lagerstätte; er ist gleichfalls nur selten kristallisiert und zeigt dann abgerundete Kanten und Ecken. Er umschließt die Erze, ist aber z. T. auch älter als sie. Von sekundären Mineralien sind zu erwähnen: gediegen Silber, vielleicht auch Silberglanz, Greenockit, Brauneisenerz, Malachit, Gips und Zinkblüte. Der Schneebergit[2]) ist in dem Sinne Brezinas, der ihn zuerst benannte, wahrscheinlich ein antimonigsaures Calcium; doch hat man eine Zeitlang nach Eakle und Muthmann[3]) auch einen zu Schneeberg in kristallinen Krusten auftretenden Kalkeisengranat (Topazolith) so benannt. Flußspat ist selten, Titaneisen erwähnt v. Elterlein, doch ließen sich die genaueren Altersbeziehungen dieses Minerals zu den übrigen nicht feststellen.

Kalkspat und Dolomit, ersterer als primärer und jüngerer Bestandteil, letzterer mit der Zinkblende verwachsen, sind untergeordnet gegenüber dem

---

[1]) Das Auftreten dieser beiden letzteren Mineralien bestreitet Weinschenk. Vergl. die Druckfehlerberichtigung am Schlusse der Arbeit v. Elterleins.

[2]) Koechlin, Zur Schneebergitfrage; Tscherm. Mitt., XXI, 1902, 15—22.

[3]) Über den sogenannten Schneebergit; Ztschr. f. Krist., XXIV, 1895, 583—586.

erbsengelben oder grauen Breunnerit, der, besonders von Zinkblende begleitet, massenhaft auftritt. Das Vorkommen von Magnetit in Gesellschaft von Kalkspat, Breunnerit, Magnetkies, Kupfer- und Eisenkies und Zinkblende unterscheidet diese Lagerstätten von den gewöhnlichen kiesigen Bleiglanzgängen, wie dies vor allem auch durch die Silikate Granat, Biotit, Muskovit, Chlorit, monokline Hornblende und durch den Apatit geschieht. Besonders die Anwesenheit des teilweise in sehr großen Kristallen, aber auch in unregelmäßigen derben Massen auftretenden roten Granats und von meist hellbrauner oder fast farbloser Hornblende ist bemerkenswert. Ersterer findet sich besonders an den Salbändern zusammen mit Quarz; tritt der letztere in den mittleren Teilen der Gänge auf, so ist er nach v. Elterlein nicht von Granat begleitet. Dieser ist auch im Nebengestein verbreitet. Die Hornblende kommt teilweise als Asbest oder Bergholz vor und gehört offenbar zu den strahlstein- oder tremolitartigen Amphibolen.

Zu erwähnen ist endlich noch das Vorkommen von grünem Spinell (? Gahnit)[1]) und von Anhydrit, der übrigens nie in derben Massen auftritt. Bekannt ist das Auftreten jüngster Kristallisationen von Magnetkies auf Klüften neben ebenfalls jungen Kalkspatkristallen.

Nach v. Elterlein haben die Schneeberger Gänge gewisse Merkmale mit echten Erzgängen gemeinsam; sie besitzen eine zweifellose Lagenstruktur oder zeigen Kokardenerze und Mugeln. Primäre Drusen und demgemäß gut kristallisierte Erze sind offenbar recht selten. Nach ihrer ganzen Ausfüllung aber sind sie von echten Gängen der quarzigen Bleiformation durchaus verschieden und mit den Clausthaler Gängen haben sie auch äußerlich nichts gemeinsam. Ihr Nebengestein ist nicht zersetzt; auch dort, wo sie die Schiefer zweifellos durchschneiden, sind diese eher verhärtet und mit Erzen und Quarz oder Spinell imprägniert, und höchst auffällig ist das Vorkommen von Glimmer und Granat inmitten der mit dem Nebengestein eng verwachsenen Gangfüllung. Die von v. Elterlein aufgestellte Sukzessionsfolge Quarz, Sulfide, Karbonspäte, trifft nicht allgemein zu.

Komplizierte Gemenge von Breunnerit, Quarz, Granat, Hornblende, Zinkblende, Magnetkies, Kupferkies und Bleiglanz, die ganz besonders zur mikroskopischen Untersuchung herausfordern, zeigen, daß die einzelnen Mineralien als das Ergebnis eines Vorganges innig durcheinander und ineinander kristallisiert sind. Die Struktur erinnert an die eines Kontaktgesteines, eine bestimmte Reihenfolge der Mineralien ist nicht zu erkennen. Das Karbonat hat offenbar die größte Kristallisationskraft besessen, es ist längs $+R$ sowohl von Granat wie von Zinkblende mitunter so innig durchwachsen, daß z. B. der rote Granat manchmal ein äußerst zartes, eckiges Maschenwerk zu bilden scheint, das mit

[1]) v. Elterlein und Weinschenk konnten den vom Schneeberg erwähnten Spinell nicht nachweisen. In einer mir vorliegenden Stufe tritt er in fast mikroskopischen Kriställchen als grüne Imprägnation im Salbande eines wenige Zentimeter breiten Zinkblendetrumes in solcher Menge auf, daß auch der Dünnschliff stellenweise grün gefärbt ist. Der Nachweis, ob es sich wirklich um Zinkspinell handelt, was mit Hinsicht auf die Farbe nicht unwahrscheinlich ist, konnte bisher nicht durchgeführt werden. Bergeat.



dem Karbonspat erfüllt ist; man könnte in solchen Fällen glauben, der letztere sei durch Granat oder Sulfid längs der Spaltrisse verdrängt worden, was sich aber bei näherer Untersuchung als unzutreffend erweist. Der Granat umschließt häufig Rhomboeder des Karbonats. Für eine spätere Einwanderung der Sulfide in ein fertiges Karbonat-Silikatgemenge liegen keine Anzeichen vor. Auch die Hornblende kann nicht als ein Umwandlungsprodukt des Granats aufgefaßt werden; sie durchdringt in feinfaserigen, fast farblosen Aggregaten sowohl den Quarz wie den Karbonspat und alle sind selbst wieder von den Sulfiden durchwachsen. Letztere liegen häufig derart im Granat eingebettet, daß dieser Körnchen des Erzes nur wie eine feine Haut überzieht, also Perimorphosen darum bildet. In ähnlicher Weise wie der Breunnerit kann auch Quarz und grüne oder hellbraune Hornblende mit dem Granat verwachsen sein; der Granat bildet dann ein Maschenwerk, das so von den übrigen Gemengteilen ausgefüllt ist, wie etwa bei den Perimorphosen von Arendal. Eine bestimmte Altersfolge scheint unter den Sulfiden nicht zu bestehen. Der Gangquarz enthält außer den Erzen vor allem auch Muskovit. Recht merkwürdig ist das Auftreten von grünem Spinell längs eines schmalen Zinkblendetrums als Bestandteil eines hauptsächlich aus Granat, Quarz, Muskovit und Biotit bestehenden Nebengesteins. Die Struktur des letzteren ist hornfelsartig. Besondere Erwähnung verdienen auch die hauptsächlich aus Karbonspat bestehenden Stücke. Sie sind bald lichtgrau oder hell erbsengelb und dann sehr grobspätig oder aber feinkristallin, von der Farbe des Eisenspats und erheblich eisenhaltig. Stufen dieser letzteren Art sind häufig mit Zinkblende durchwachsen und zeigen mitunter nur untergeordnet und stellenweise angereichert Silikate, wie grüne oder farblose Hornblende oder Knauern von muskovitführendem Quarz samt etwas Kupferkies. Die Verwachsungsart der Blende mit dem Karbonat läßt darauf schließen, daß erstere längs der Spaltrisse eines grobspätigen Karbonatgesteins eingewandert ist, das gleichzeitig in das feiner kristalline Aggregat des eisenreicheren Karbonspates umgewandelt wurde. Dieses letztere ist also gleich alt mit der Blende, beide aber pseudomorph nach jenem Karbonatgestein. Die Beobachtungen weisen auch darauf hin, daß aus letzterem unter Kieselsäurezufuhr die lichte, radialstrahlige, tremolitartige Hornblende hervorgegangen ist. Da diese sich indessen ebenso in dem Erze abseits von jenen derben Karbonspatmassen vorfindet, so muß man schließen, daß eine Zeitlang ihre Bestandteile Kalk, Magnesia und Kieselsäure nebeneinander in dem erzabsetzenden Medium gelöst enthalten waren. Gewisse Stücke machen es ferner wahrscheinlich, daß auch der Bleiglanz unter Korrosion und teilweiser Verdrängung des Karbonspates zum Absatz gelangt ist.

Ein Überblick über die zu beobachtenden, hier nur kurz geschilderten Erscheinungen könnte folgende Entstehungsweise des Schneeberger Erzvorkommens möglich erscheinen lassen. Die Erze samt sehr viel Kieselsäure drangen in Lösung in das Gestein ein. Welcher Art das Lösungsmittel war, muß dahin gestellt bleiben, sicher scheint indessen zu sein, daß die Lösung die Fähigkeit besaß, sowohl das Nebengestein zu imprägnieren und so zur Umkristallisation zu zwingen, daß längs der Gangtrümer Spinell wie ein echter Gesteinsgemengteil zur Entwicklung kommen konnte, als auch aus dem Nebengestein Gemengteile zu resorbieren. Vielleicht erklärt sich damit die Anwesenheit des roten Granats in dem Erze. Am intensivsten wirkte die kieselsäurehaltige Lösung auf den Breunnerit ein, der teilweise in Strahlstein umgewandelt wurde; es muß noch erwiesen werden, ob sich dieser aus einer ursprünglich in die Schiefer eingelagerten Dolomitmasse ableitet und stellenweise durch den Erzabsatz mehr oder weniger verdrängt worden ist. Auf die Auflösung des Karbonats

mögen einerseits die im Erze selbst auftretetenden Tremolitausscheidungen zurückzuführen sein, teilweise ist wohl das gelöste Karbonat als solches wieder zur Ausscheidung gelangt. Daß die beteiligten Lösungen von denjenigen sehr verschieden waren, welche sonst zur Bildung von quarzigen Bleierzgängen geführt haben, ergibt sich auch aus der, wenn auch untergeordneten Anwesenheit von Magnetit, Titaneisen und Apatit. Eigentümlich ist das Fehlen des Kalktonerdegranats[1]), der möglicherweise durch den allerdings untergeordnet auftretenden Topazolith ersetzt wird. Bemerkenswert ist auch das Fehlen des Feldspats, für den als Alkaliträger hier nur die Glimmer vorhanden sind. Alles in allem besitzt die Schneeberger Lagerstätte einige Ähnlichkeit mit Bodenmais, trägt aber andererseits auch die Merkmale einer metasomatischen Kontaktlagerstätte an sich.

Weinschenk hat Beziehungen zwischen dem Schneeberger Vorkommen und granitischen, in der Tiefe liegenden Intrusionen wahrscheinlich zu machen versucht. Er erinnert an das Vorkommen eines Granits im unteren Passeiertal — also in nicht unerheblicher Entfernung vom Schneeberg — und an das Auftreten einer gneisartigen Graniteinlagerung etwa 3 km NW. von der Lagerstätte und hält die Gesteine um den Schneeberg für Kontaktgesteine. Das Wesen der Lagerstätte wird von Weinschenk kaum zutreffend bezeichnet, wenn er sagt: „Die Lagerstätte des Schneebergs ist eine normale Gangformation vom Typus Clausthal", die nur durch die gleichzeitige Beimischung der Titanformation ein abweichendes Gepräge erhalten habe. Das wesentliche Moment für die besondere Erscheinungsweise des Schneeberger Vorkommens scheint vielmehr in der außerordentlichen Reaktionsfähigkeit, also wahrscheinlich in der hohen Temperatur der erzbringenden Lösung gegeben gewesen zu sein, was wiederum zu der Vermutung führt, daß diese unmittelbar einen Teil granitischen Magmas gebildet haben könnte. Es sei hier beiläufig an die Quarzkupferkiesgänge von Massa Marittima erinnert, die wenigstens ihr Nebengestein kontaktmetamorph verändert haben. Im übrigen kann an der Gangnatur der Schneeberger Zinkblendelagerstätte kein Zweifel bestehen. Die Annahme Pošepnýs, der in ihr eine metasomatische Lagerstätte nach Anhydrit vermutete, bedarf keiner Diskussion mehr und ebenso wenig diejenige Stelzners, der sie wie die Schwarzenberger und die Broken Hiller Lagerstätte für echte Lager gehalten hat[2]). Wein-

[1]) Eine genauere Untersuchung des roten Granats vom Schneeberg, scheint noch nicht vorzuliegen. Es läßt sich deshalb auch nicht entscheiden, ob der Granat der Lagerstätte mit demjenigen des Nebengesteins chemisch identisch ist.

[2]) Bergeat, A. W. Stelzners Ansicht von der systematischen Zugehörigkeit der Granat-Bleiglanzlagerstätten von Brokenhill; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 314—316. Siehe auch Stelzner, Verhandlungen der deutschen Silberkommission; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, bes. 431—432. — Stelzner legte besonderes Gewicht auf die Lagenstruktur des Erzes und auf das Vorkommen von Stufen, die ganz das Aussehen eines zinkblendeführenden Augengneises vortäuschen. Heute würde er wohl auch letzteren nicht mehr für ein Sediment halten. Meine oben auseinandergesetzte Auffassung gründet sich auf das Studium eines recht reichen Materiales, das ich besonders der Liebenswürdigkeit der K. K. Bergverwaltung verdanke. Dieses Sammlungsmaterial ist der Clausthaler Akademie zugekommen, nachdem schon die Fußnote S. 362 dieses



schenk sagt, daß der Zentralgranit „auch sonst an ungemein zahlreichen Punkten zur Entstehung ganz ähnlicher Gangbildungen Veranlassung gab“; mindestens scheinen aber solche, die sich unmittelbar mit der Schneeberger Lagerstätte vergleichen ließen, nicht oder nicht allgemein bekannt zu sein.

Der Bergbau am Schneeberg wurde im Jahre 1460 gegründet und soll anfangs eine recht ergiebige Blei- und Silbergrube gewesen sein. Sie verfiel, wie die übrigen Tiroler Gruben, im XVII. Jahrhundert. Seit 1871 betreibt hier der Fiskus mittels großer Förder- und Aufbereitungsanlagen die Gewinnung von Zinkblende, neben welcher das Bleierz völlig an Bedeutung verloren hat. Von der im Jahre 1904 nur 2600 t betragenden Zinkerzförderung Tirols entfällt der bei weitem größte Teil auf den Schneeberg. Ob von den Erzlagerstätten anderer Gegenden etwa Broken Hill mit dem Schneeberg verglichen werden darf, steht noch sehr in Frage. Die mineralogische Zusammensetzung jenes lagerartigen Vorkommens zeigt gegenüber Schneeberg mehrfache Abweichungen (s. S. 364.)

IV. Unbeständigkeit der Erzführung.

(Rückblick.)

Die quantitative Ungleichmäfsigkeit der Gangfüllung im allgemeinen. Erzmittel.

Aus zahlreichen, den soeben abgeschlossenen Einzelbeschreibungen zu entnehmenden Beispielen[1]) ergibt sich, daß die Spaltenfüllungen fast immer hinsichtlich der Menge wie Beschaffenheit der Erze und Gangarten in verschiedenen Zonen derselben Lagerstätte ein mehr oder weniger unregelmäßiges Verhalten zeigen. Ungleichmäßigkeiten in der quantitativen Verteilung der Erze haben zur Folge, daß ein Gang kaum jemals in seiner ganzen Ausdehnung abbauwürdig ist; vielmehr wechseln bauwürdige oder reiche Stellen (Erzmittel) mit armen, unedlen oder tauben Zonen, wie sich das aus der Betrachtung flacher Risse am leichtesten erkennen läßt (Fig. 197, 198, 199). Aus solchen des Freiberger Reviers fand v. Beust[2]) für die aushiebwürdigen und aufgeschlossenen Gangteile auf 16 Gängen verschiedener Formationen schwankende Verhältnisse zwischen 1 : 3 und 1 : 11. Im großen Durchschnitt beträgt zu Freiberg der abbauwürdige Teil ungefähr $^1/_5$ der ganzen Gangfläche. Auf Himmelsfürst ist nach Wengler etwa $^1/_7$, auf Beschert Glück im Mittel $^1/_5$ der Gangfläche bauwürdig. Eines der ausgezeichnetsten Beispiele für die ungleiche Konzentration des Erzes und den vielfachen Wechsel von Reicherzmitteln und tauben Zonen bot in früheren Jahrzehnten der Comstock lode zu Virginia City in Nevada (S. 677—679).

Buches gedruckt war. Daß das Schneeberger Erzvorkommen metasomatisch nach Kalkstein entstanden sein könnte, hat schon Canaval angedeutet. (Das Erzvorkommen am Kulmberg bei St. Veit, Carinthia, II, No. 6, 1901.)

[1]) In den folgenden zusammenfassenden Abschnitten wird im allgemeinen von Literaturangaben abgesehen und gelegentlich nur auf die Seiten dieses Buches verwiesen werden.

[2]) Über die Erzführung der Freiberger Gänge als Bedingung ihrer Bauwürdigkeit; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVIII, 1859, 121—126.



Wenn mehrere Reicherzmittel auf demselben Gange auftreten, so besitzen sie häufig verschiedene Größe und Gestalt und ganz unregelmäßige Verteilung, wie dies manche flache Risse der Freiberger Gruben zeigen. In anderen Fällen aber erkennt man eine gewisse Übereinstimmung in der Form und eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Anordnung der Mittel, derart, daß dieselben in einer Richtung, welche gewöhnlich nicht mit dem Streichen und Fallen des Ganges zusammenfällt, langgestreckt und unter sich parallel sind. Man spricht dann von Erzfällen, Erzsäulen (engl. shoots, runs; in Cornwall, wenn sie mehr oder weniger horizontal verlaufen, course of ore; span. bonanza). Dabei

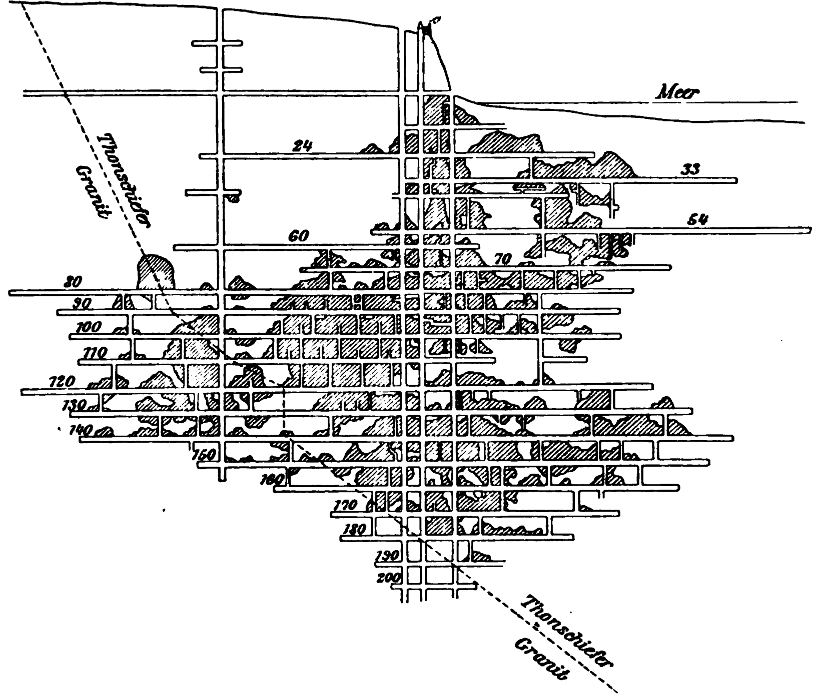


Fig. 197. Die Erzmittel der Levant Mine in Cornwall. (Henwood, 1848.) Die Zahlen bedeuten fathoms zu 1,829 m.

ist jedes Mittel entweder stetig entwickelt oder es kann absätzig sein, d. h. es zerfällt in verschiedene aneinandergereihte nesterförmige Partien.

Der letztere Fall ist auf dem Grünergang bei Schemnitz zu beobachten (Fig. 200). Ein ausgezeichnetes Beispiel für den zusammenhängenden Verlauf von Erzsäulen bietet nach Phillips[1]) die Snailbeach Mine in Shropshire. Der Betrieb beschränkt sich auf einen in hartem, quarzreichen Glimmerschiefer aufsetzenden Gang, der WNW. unter 60° einfällt. Dieser zeigt sechs Erzsäulen, welche gleichgerichtet mit der Kreuzungslinie der Schichtung und der Gangebene unter 45—55° nach W. einfallen. Die Gangfüllung besteht hauptsächlich aus Kalkspat, Quarz, silberarmem Bleiglanz, Blende und Schwefelkies. Ein weiteres bildet die Kupfergrube von Boccheggiano (Fig. 166, S. 819).

[1]) Phillips, Ore deposits, 1896, 265.

Das Einfallen der Erzfälle auf den Oberharzer Gruben ist bald ein westliches (Hilfe Gottes, Bergwerkswohlfahrt, Herzog August, Johann Friedrich, Lautenthalsglück), bald ein östliches (Ring und Silberschnur bei Zellerfeld). Zahlreiche weitere Beispiele ließen sich besonders aus der Reihe der oben beschriebenen Golderzgänge beibringen, auf denen die Erzsäulen fast durchweg schräg zum Gangeinfallen gerichtet sind. Trinker hat dafür den Namen „Adelsvorschub" eingeführt (S. 616).

Ist die Erzverteilung auf dem Gange eine ganz unregelmäßige, so hängt die Erschließung neuer Mittel nur vom Zufall ab; die Ausdehnung der Untersuchungsbaue wird mit der Zunahme der Produktion gleichen Schritt halten, wie das für Freiberg erwiesen ist.[1]) Sind dagegen die Erze zu parallelen Erzfällen konzentriert oder eine andere besondere Verteilung derselben erkennbar, so wird vielleicht eine genaue Beobachtung auch zu einer Ergründung dieser Erscheinung führen können. Mit Hinsicht auf ganze Gänge hat man wohl die Wahrnehmung gemacht, daß deren Erzführung von ihrem Streichen und Fallen abhängig ist. Was das Streichen an-

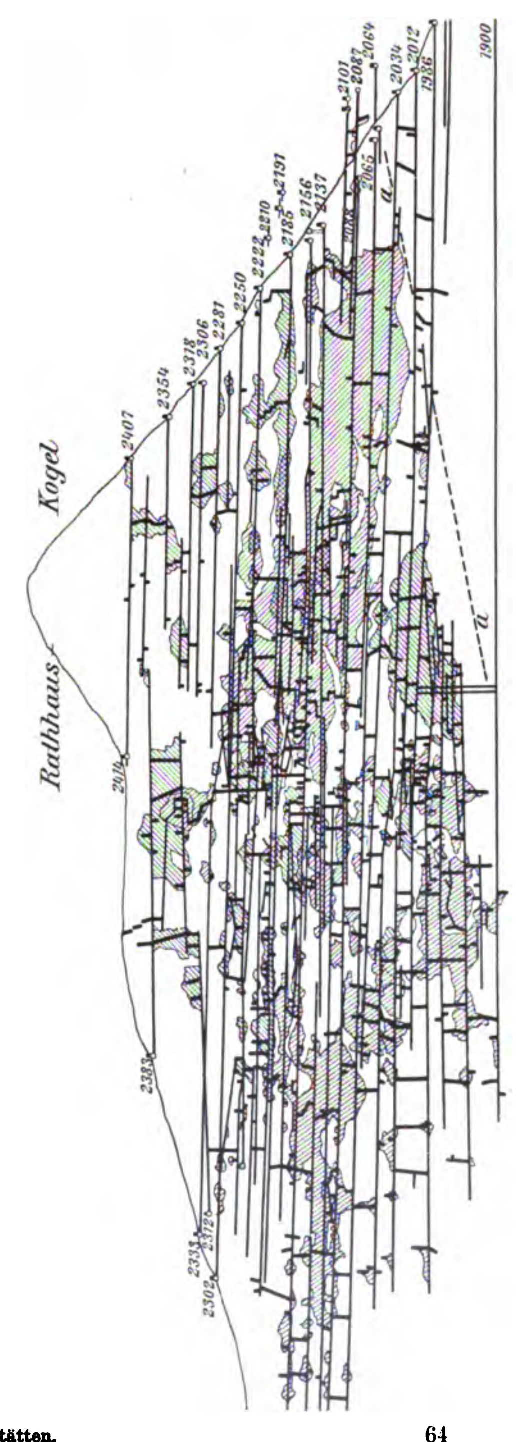


Fig. 198. Die Erzmittel im Rathausberg bei Gastein. (Posepný, 1880.)

[1]) Gottschalk, Die Verhältnisse des Freiberger Berg- und Hüttenwesens graphisch dargestellt; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. in Sachs., 1877, 1—35, Taf. I.

langt, so braucht nur an den verschiedenartigen Charakter der Freiberger und anderer erzgebirgischer Gänge erinnert zu werden; dort ist die Erscheinung damit zu erklären, daß zu verschiedenen Zeiten verschiedene Systeme von Spalten aufrissen, die innerhalb des Systems annähernd parallele Richtung besitzen und

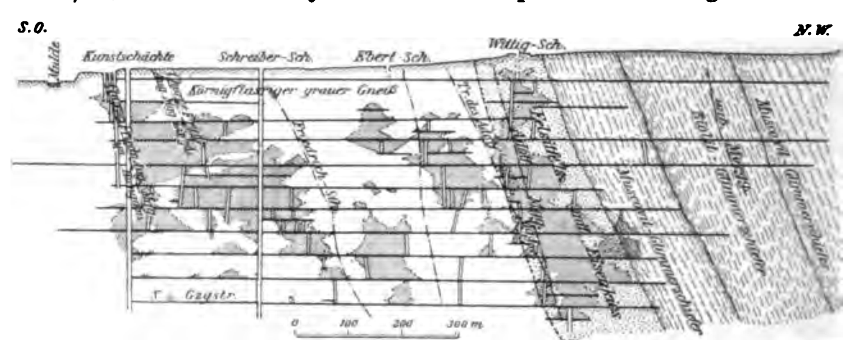


Fig. 199. Flacher Riß des Ludwig-Spatganges bei Freiberg. (H. Müller, 1901.)

vor der Entstehung anders gerichteter Spaltengruppen mit zeitweise gleichen Mineralabsätzen gefüllt worden sind. Nach Lodin hingegen zeigen die sehr verschieden streichenden Bleierzgänge von Pontgibaud (S. 800) eine völlig gleichmäßige Füllung; bei Pranal bildet z. B. der Gang Suzanne einen Winkel von

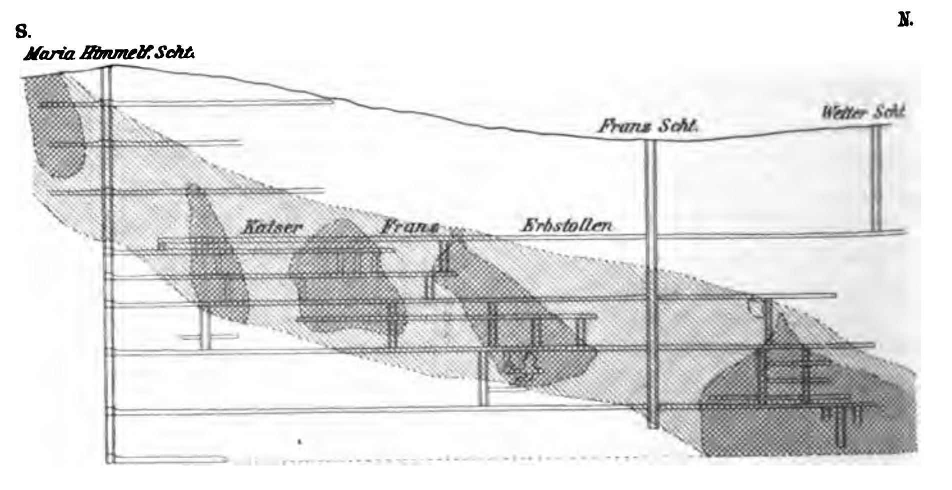


Fig. 200. Die edlen Erzmittel auf dem Grüner Gang zu Schemnitz. (Faller, 1871.)

über 50° mit dem Gang Henri, wobei die Erzausfüllung ohne Unterbrechung aus dem einen in den anderen übergeht. Für manche Ganggebiete besteht die Ansicht, daß die Erzführung in verschieden streichenden oder fallenden Gängen verschieden, namentlich aber auch von dem jeweiligen Streichen und Fallen desselben Ganges abhängig sei. So sind z. B. erfahrungsgemäß die Joachimstaler Gänge reicher bei steilerem als bei flacherem Fallen.

Häufig scheinen die absoluten Dimensionen der Spalten deren Erzreichtum zu beeinflussen. Von vornherein verständlich wäre es, daß sich in einem weiten

Spaltenraum mehr Erz anzusiedeln vermag, als in einem engen; es fehlt aber auch nicht an Angaben, daß in ein und demselben Gangdistrikt gerade die schmalen Spalten erzreicher sein können als die weiten. So ist der Junge hohe Birke Stehende auf Beschert Glück reicher an seinen mächtigeren Stellen, das Umgekehrte findet beim Wiedergefunden Glück Stehenden zu Himmelsfürst oder auf den Freiberger Gängen der edlen Quarzformation, auf dem König David-Gang zu Schneeberg in Sachsen, auf den Golderzgängen von Nagyág statt. Die Gründe für diese sich scheinbar widersprechenden Erscheinungen können verschiedener Art sein. Um die Anreicherung der Spaltenverengungen zu erklären, wird man vielleicht annehmen dürfen, daß in ihnen die Zirkulation der erzbringenden Lösungen langsamer und, sofern der Erzabsatz durch die chemische Wechselwirkung zwischen dem Nebengestein und den letzteren gefördert werden konnte, der Einfluß des Nebengesteins dort ein intensiverer war, wo sich die Spaltenwände näherten. Bei einer bandförmigen Lagerung der Ganggemengteile, d. h. bei einer sukzessiven Ausscheidung derselben, können hier wiederum bald die edleren, bald die unedlen Mineralien zuerst zum Absatz gelangt und damit die engeren Spaltenteile verstopft worden sein. In manchen Fällen geht die Erklärung der Erzsäulen auf die Erklärung der ungleichmäßigen Spaltenweite hinaus. Eine solche kann die Folge hereingebrochener Nebengesteinsschollen („horses") oder auch einer Verschiebung der Spaltenwände sein, wie sie die schematischen Fig. 74, S. 300, und 104—105, S. 481, darstellen, die sowohl als Grundriß wie als Profil betrachtet werden können.

Innerhalb der sekundär nicht veränderten primären Gangfüllungen können im Streichen wie im Fallen auf reiche Erzzonen arme, auf edle unedlere folgen. Besonders dann, wenn ein solcher Wechsel mit dem Fortschreiten in die Teufe eintritt, wird selbstverständlich manchmal der Bergbau je nach den äußeren finanziellen oder technischen Verhältnissen zur Einstellung gezwungen werden. Auf keinen Fall ergibt sich aber daraus allgemein, daß die Erzführung des Ganges oder gar die Spalte in der Tiefe überhaupt endigen müsse (s. S. 476). Wiederholte Erfahrungen haben einen solchen Pessimismus widerlegt. Eine Reihe von Beispielen hierfür ließe sich aus dem Freiberger Ganggebiet anführen, wo verschiedene Gänge, die als Rasenläufer galten (Gruben Einigkeit und Beschert Glück bei Brand), oder in denen Kiese und Zinkblende den silberreichen Bleiglanz zu verdrängen drohten oder die endlich stellenweise ganz erzleer geworden waren, in größerer Teufe wieder günstige Erzanbrüche ergaben, ja sogar zu den reichsten des Revieres wurden.

Auf der Grube Himmelfahrt ergab der Christian Stehende, der bis dahin in den oberen Teufen nur wenig bauwürdig gewesen war, in der $^1/_2$11. Gezeugstrecke Anbrüche von edlem Bleierz. Der aus einem Braunspat- und einem Schwerspattrum bestehende Neue Hoffnung Flache bei Himmelfahrt gab gleichfalls in größerer Teufe wieder gute Aufschlüsse. Auf dem Churprinzer Drei Prinzen Spat fanden sich die reichsten Silbererze in einem auf der 10. Gezeugstrecke verfolgten Trum, während in den oberen Teufen gleichzeitig nur silberarmer Bleiglanz brach.[1]) Die wahrgenommene Verarmung der Freiberger

[1]) Die Freiberger „Haupt"- oder „Gezeugstrecken" liegen in der Regel in 40 m flacher oder seigerer Teufe untereinander.



Gänge erwies sich also wiederholt nicht als eine allgemeine, bleibende oder zunehmende, sondern viel richtiger als eine örtliche und vorübergehende, zu vergleichen mit den Schwankungen der Erzführung im Streichen. Ferner widerlegte der Goldbergbau in Kalifornien und Australien, der jetzt z. T. schon sehr beträchtliche Teufen erreicht hat, die früheren Auffassungen, wonach allgemein eine allmähliche Abnahme, seltener eine Zunahme des primären Goldgehaltes in der Tiefe statthaben sollte. Ausführlich hat Pošepný die „Goldtiefenfrage" betreffs der Golderzgänge der Hohen Tauern (S. 648) erörtert, die einander benachbart, innerhalb von Höhenunterschieden von 1500 m gelegen und durch tiefe Täler aufgeschlossen sind (Fig. 153, S. 649). In allen erschlossenen Höhenlagen traf man mit jedem Stollen bauwürdige Erzmittel an, die Golderze müssen sich also, da zweifellos die heutige Oberflächengestaltung jünger ist als die Gangfüllung, in sehr verschiedenen, bis zu etwa 1500 m voneinander entfernten Teufen gebildet haben. Äußere, in der Lage und mangelhaften Technik begründete Umstände, nicht ein Nachlassen des Adels haben dem Vordringen des Bergbaues Einhalt getan. Mit dem Fortschreiten in die Tiefe wird der Bergbau kostspieliger; bei gleichbleibenden Metallpreisen wird der letztere eingestellt werden müssen, wenn der Metallwert der Förderung die Kosten nicht mehr deckt. Mit zunehmender Teufe kann also die Abnahme des Reingewinnes bei völlig gleichbleibender Erzführung das Erliegen einer Grube verursacht haben, die bei günstigeren Preisverhältnissen und vorteilhafterer Verwertbarkeit des Erzes die Wiederaufnahme wieder lohnt (s. S. 2—4). Man übersieht also häufig, daß es die technischen Schwierigkeiten, häufig auch wirtschaftliche Gesichtspunkte, wie Verteuerung der Arbeit, Preisverschiebungen für die produzierten Metalle und das verbrauchte Material, sind, welche ein weiteres Eindringen in die Tiefe unratsam machen. Dazu schreckt eine taube Zone, welche man mit einer Strecke zu durchfahren hat, weniger, als eine solche, die man mit einem Schacht zu durchteufen hätte, denn die Versuchsstrecke ist einfacher und billiger als ein Versuchsschacht. Beispielsweise sei hier erwähnt, daß 1870 zu Freiberg-Himmelfahrt die Gesamtlänge der Stollen und Gezeugstrecken nahezu 200000 m betrug, während der Abrahamschacht erst 528,7 m Teufe erreicht hatte.[1]) Es muß hier ferner betont werden, daß einer tatsächlichen Verarmung mancher Gänge auch Fälle gegenübergestellt werden können, in welchen eine zunehmende Verbesserung des Erzes sich ergeben hat. Da eine solche häufig mit einem Wechsel des mineralogischen Charakters der Lagerstätte verbunden ist, so sollen Beispiele dafür weiter unten erwähnt werden.

Unter dem Einflusse Werners hatte man in Freiberg noch im Anfange des XIX. Jahrhunderts fast allgemein an ein Nachlassen der Erzführung in der Teufe geglaubt. Erst v. Herder und v. Beust[2]) stärkte die Zuversicht mit der man später zu Tiefbauanlagen schritt.

Primäre und sekundäre Verschiedenheiten der Gangfüllungen bei verschiedenen Teufen ohne erkennbaren Einflufs des Nebengesteins.

Im Vorigen war gezeigt worden, daß, soweit bis jetzt der Bergbau in die Tiefe vorgedrungen ist, sich nur die hohe Wahrscheinlichkeit von einem Anhalten der Erzführung der Spalten in der Teufe im allgemeinen ergeben hat

[1]) Wengler, Das Berggebäude Himmelfahrt Fundgrube zu Freiberg; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Königr. Sachs., 1873, bes. 106.

[2]) l. c. und Bemerkungen über Gegenwart und Zukunft des Freiberger Bergbaues, 1877; ferner: Sind die Bränder Erzgänge in der Tiefe bauwürdig? Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Königr. Sachsen, 1881, 1—5. — Tittel, ebenda 69—70.



(siehe auch S. 476—479). Daneben besteht die sehr wichtige Tatsache, daß sich auf ein und demselben Gang im Einfallen wie im Streichen der Charakter der Füllung ändern kann. Dies beruht zunächst sehr oft auf jüngeren, sekundären Vorgängen, welche zur Entstehung eines zu oberst manchmal sehr armen eisernen Hutes und weiterhin häufig zu einer Anreicherung besonders des Gold-, Silber- und Kupfergehaltes in der über oder unter dem jetzigen Grundwasser gelegenen Zone führen. Beobachtungen in tieferen Bergbauen haben erwiesen, daß nicht nur oxydische, sondern auch sulfidische Erze in mächtigen reichen Massen als eine edle Mittelzone[1]) zwischen dem eigentlichen eisernen Hute und der unveränderten Gangfüllung durch sekundäre Prozesse entstehen können. Diese sekundären Erscheinungen sind schon S. 541—564 erörtert worden und könnten durch zahlreiche oben beschriebene Beispiele erläutert werden. Der Gegensatz zwischen dem Reichtum, der leichten Gewinnbarkeit und Zugutemachung dieser oberen Zonen zu der Beschaffenheit der frischen Gangfüllung mag sehr oft die Behauptung veranlaßt haben, daß ein Gang in der Tiefe verschwinde. Eine in verschiedenen Teilen des Gangausstrichs nicht gleichmäßig wirkende Denudation kann manchmal den Anschein erwecken, als ob sich Adel und Erzführung auch im Streichen ändere; die Goldsilbererzgänge von Taviches (siehe S. 688) mögen als Beispiel genannt sein.

Diesen sekundären Verschiedenheiten der Erzführung in den oberen und unteren Gangzonen steht eine von Anfang an im Streichen und Fallen wechselnde primäre Zusammensetzung der Gangfüllung gegenüber. Beide Erscheinungen überall streng auseinanderzuhalten ist zurzeit noch nicht möglich.

Für die qualitative Unbeständigkeit der primären Gangfüllung bietet Freiberg eine Reihe von Beispielen. In den oberen Teufen gewisser Gänge der Freiberger Gegend brachen früher Zinnerze mit Kiesen und Kupfererzen, die in der Tiefe durch silberhaltigen Bleiglanz ersetzt wurden;[2]) ähnliches scheint auch in Seiffen der Fall gewesen zu sein (siehe S. 931). Es zeigt sich auch, daß die sogen. „Erzformationen", welche verschiedenen Gruppen mehr oder weniger gleichgerichteter Freiberger Erzgänge eigentümlich sein sollen, kein ganz unwandelbares Ding sind. So geht die edle Bleiformation in der Teufe gern in die kiesige Bleiformation über. Der Silberfund Stehende auf Himmelsfürst ist über der $^1/_2$6. Gezeugstrecke nicht bekannt; von der $^1/_2$6. bis 7. brechen nur Erze der Braunspatformation, von der 7.—9. Erze der Braunspat- und Erze der kiesigen Bleiformation.[3]) Der Moritz Stehende hatte von

[1]) Diese Anreicherung hat de Launay (Les variations des filons métallifères en profondeur; Rev. génér. d. sciences pures et appliquées, XI, 30. IV. 1900; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 313—322) mit einem der Metallurgie entlehnten Ausdrucke als „Zämentation" bezeichnet. Siehe darüber besonders auch Weed, The enrichement of mineral veins by later metallic sulphides; Bull. Geol. Soc. Am., XI, 1900, 179—206. — Ders., The enrichement of gold and silver veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 424—448. — Emmons, The secondary enrichement of ore-deposits; ebenda 177 bis 217. — Rickard, The formation of bonanzas in the upper portions of gold-veins; ebenda XXXI, 1902, 198—220.

[2]) Möglicherweise könnte es sich hier aber auch um eine sekundäre Erscheinung, einen „zinnernen Hut", gehandelt haben.

[3]) Neubert, Über Gangverhältnisse bei Himmelsfürst Fundgrube hinter Erbisdorf; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Königr. Sachs., 1881, 50—66.

der 6.—9. teils Braunspat-, teils kiesige Bleiformation, von der $^1/_2$ 11.—12. letztere allein; der Raimund Stehende hatte bis zur 9. Braunspat-, darunter reine kiesige Bleiformation.

Im Bergrevier Daaden-Kirchen und auf anderen Gängen des Siegerlandes gewann man früher Kupfererze, später Eisenerze und manchmal ist im Siegerlande eine Verquarzung der Spateisensteingänge in der Teufe beobachtet worden. Ebenso verquarzen die barytischen Bleierzgänge von Sarrabus und gewisse Apatitgänge in der Estremadura in der Tiefe.

In Schemnitz sind der Spitaler-, Biber- und Theresiagang im NNO. vorzugsweise Goldgänge mit Bleiglanz, Zinkblende und Kupferkies, im SSW. dagegen Silbergänge, die nach der Tiefe zu in erstere übergehen. Dagegen dürfte z. B. der Wechsel in der Erzbeschaffenheit des Anacondaganges, der näher der Oberfläche ein Silbererzgang war und in der Tiefe reiche Kupfererze führt, auf sekundäre Ursachen zurückzuführen sein. In Pribram brechen auf dem Adalberthauptgang oberhalb 800 m silberhaltige Bleierze, darunter antimonische Dürrerze ein. Die Manganerzgänge von Romanèche werden in der Teufe zu Roteisensteingängen. In den erwähnten Beispielen handelt es sich z. T. sicherlich um eine dauernde Veränderung der Erzführung. Ob als eine solche auch die „Verblendung“ mancher Bleierzgänge, wie z. B. des Burgstätter Gangzuges im Oberharz, zu betrachten ist, steht dahin.[1])

* Als mögliche Ursache solcher Erscheinungen pflegt man im allgemeinen bei gleichbleibendem Nebengestein die zweifellos herrschenden Unterschiede der Drucke anzuführen, unter denen die in verschiedenen Teufen stattfindenden Mineralansiedelungen vor sich gehen, und außerdem nimmt man wohl an, daß letztere in der Teufe unter höherer Temperatur stattfanden. Ein Druckunterschied wird am meisten bei Mineralabsätzen in die Wagschale fallen können, welche verhältnismäßig nahe der Oberfläche gebildet sind, also z. B. bei Gängen in jungem, durch die Abrasion noch verhältnismäßig wenig abgetragenem Nebengestein, wie in tertiären Eruptivgesteinen. Sei z. B. ein Mineralabsatz 100 m unter der heutigen und 1000 m unter der zur Zeit seiner Bildung vorhandenen Erdoberfläche aus wässeriger Lösung entstanden, so geschah dies unter einem Drucke von 100 kg pro qcm (96,7 Atmosphären); die Kristallisation der Mineralien, die heute in 1100 m Teufe abgebaut werden, ging dagegen unter einem doppelten und verhältnismäßig außerordentlich viel größerem Drucke vor sich. Wurde hingegen ein Erz, das heute in 100 m unter der Oberfläche liegt, beispielsweise in 4000 m Tiefe unter jetzt abgetragenen Gebirgsmassen aus Lösungen abgesetzt, so hatte der Vorgang unter einem Drucke von 386,8 Atmosphären, 1000 m tiefer bei 483,5 Atmosphären Druck, also, überhitztes Wasser angenommen, unter einem verhältnismäßig geringeren Tensionsunterschied statt. Ähnliches gilt auch hinsichtlich der Temperaturunterschiede des Nebengesteins, die sich auf bekannte Weise berechnen lassen. Im ganzen läge ein Vergleich mit den Verschiedenheiten zwischen den Effusiv- und den Tiefengesteinen nahe und man hätte zu schließen, daß solche Gänge, welche einen auffälligen Wechsel der

[1]) * Bei zusammengesetzten Gängen, welche in ihrer Füllung die deutlichen Anzeichen für wiederholtes Aufreißen und wiederholten Erzabsatz zeigen, ist es nicht undenkbar, daß in verschiedenen Teufen die größere Zahl der Spalten bald einer jüngeren, bald einer späteren Bildungsepoche angehört und daß demnach auch in wechselnden Teufen eine wechselnde Gangfüllung zu bemerken ist. *



Füllung im Einfallen zeigen, nahe der Oberfläche gebildet seien und umgekehrt solche Erze, deren Entstehung in großer Teufe, also in früher Zeit statthatte, ein stetiges Verhalten oder nur vorübergehende Änderungen der Zusammensetzung zeigen dürfen. *

Als ein bezeichnendes Beispiel für die in der Nähe der Erdoberfläche vor sich gehende Differenzierung einer Lagerstätte in verschiedener Teufe pflegt man das Schwefel- und Zinnobervorkommen von Sulphur Bank in Kalifornien (s. S. 911) zu zitieren.

Beeinflussung des Mineralabsatzes durch das Nebengestein.

Sehr oft finden sich in der Literatur Angaben über einen Einfluß des Nebengesteins auf die Erzführung der Gänge. Häufig genug ist nicht zuverläßlich zu erkennen, ob damit das schon früher erwähnte (s. S. 488) verschiedenartige, in Festigkeit, Absonderungserscheinungen usw. begründete Verhalten gegenüber dem mechanischen Spaltungsvorgang oder die hier zu erörternde, auf chemischen oder vielleicht auch auf physikalischen Vorgängen beruhende Einwirkung des Nebengesteins auf den Mineralabsatz gemeint ist.

Ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, daß in verschiedenem Nebengestein die Mineralführung der Spalten nach Mengenverhältnis und Beschaffenheit eine verschiedene sein kann, bietet wiederum das Freiberger Ganggebiet. Im NNO. zeigt sich hier als Regel die kiesige Bleiformation, im SSW. bei Brand dagegen die edle Blei- (oder Braunspatformation), die, wie bereits erwähnt wurde, in der Tiefe in die erstere übergeht.

Diese Differenzen sind hier keinesfalls dadurch begründet, daß in der Freiberger Gegend die edlen Silbererze die Absätze der höheren, die kiesigen Bleierze dagegen die Bildungen der tieferen Gebirgszone darstellen. Denn auch im Brander Felde treten kiesige Bleierzfüllungen im gleichen Niveau neben den edlen Silbererzen auf. Da der absolute Höhenunterschied zwischen Freiberg und dem höher gelegenen Brand auch nur etwa 65 m beträgt, der Übergang der einen Erzformation in die andere im Brander Gebiet aber in Teufen von mehreren hundert Metern stattfindet, so ist auch nicht daran zu denken, daß etwa im nord-nordöstlichen Gebietsteile die Erosion die höheren, edlen Gangzonen entfernt und die tieferen, unedlen der Oberfläche näher gerückt habe. Es kommen da andere Faktoren, und zwar in erster Linie die Beeinflussung durch günstiges oder schädliches Nebengestein in Betracht. Schon die Alten unterschieden zwischen „freundlichem, artigem, höflichem (höfflichem)“ und „frechem, wildem, unartigem“ Gebirge.

Das Ganggebiet von Freiberg setzt sich der Hauptsache nach zusammen aus Gneis (grauer Gneis mit 64—67 % SiO_2, Orthoklas und Oligoklas und reichlichem Glimmer, roter Gneis mit 74—76 % SiO_2, Orthoklas und Albit und wenig Glimmer), Hornblendegneis, Glimmerschiefer, der in Gneis übergeht, Einlagerungen von Quarzit, Kalkstein und dunklen, kohlenstoffhaltigen Gesteinen (schwarzes Gebirge, welches eine zwischen Alaun-, Kiesel- und Graphitschiefer und Gneis schwankende Beschaffenheit zeigt) usw. Diese Gesteine werden durchsetzt von Granit, Quarzporphyr und Minette. Ihr Verhalten zur Gang-



füllung ist eingehend durch v. Beust, Müller, Scheerer, Vogelgesang, Förster u. a. studiert worden, und man fand ziemlich konstante Beziehungen zwischen ihnen und dem Erzgehalt der sie durchsetzenden Gänge. Mit fast jeder Gesteinsmodifikation ist eine, wenn auch noch so geringe Verschiedenartigkeit der Gangfüllungen verbunden; manchmal aber sind die Unterschiede sogar sehr bedeutend. Das gilt noch dazu im Freiberger Revier nicht nur für einzelne Gangindividuen, sondern für ganze Ganggruppen. Die Erzgänge sind hinsichtlich ihres Formationscharakters nur innerhalb derjenigen Gesteine günstig entwickelt, in denen Feldspat, Quarz, Hornblende, Pyroxen, Graphit und Kalkspat wesentliche Elemente sind. Dagegen sind sie arm in den sehr zerklüfteten, an Glimmer und überhaupt an Magnesia reichen Gesteinen, wie Glimmerschiefer, Chloritschiefer, sowie im Tonschiefer.

H. Müller[1]) hat die Freiberger Gesteine nach ihrem Verhalten zur Erzführung geradezu in eine Skala geordnet, welche nachstehend auszugsweise wiedergegeben sei und in welcher die ungünstigen zu Anfang, die günstigen an den Schluß gestellt sind: Tonschiefer, Glimmerschiefer, Serpentin, glimmerreicher Gneis, Quarzporphyr, roter Gneis, grauer Gneis, Granulitgneis, Graphitglimmerschiefer, kohlenstoffhaltiger Kieselschiefer, Quarzit, Felsitfels, Grünstein (Gabbro, Diorit, Diabas), Kalkstein, Gangarten (Quarz, Karbonate, Baryt usw.), Erzarten.

Diese Reihenfolge ist freilich nicht so zu verstehen, als wenn die Erzgänge überall in den der Erzführung zuträglichsten Gesteinen reich wären, sondern sie sind oft auch in ihnen taub; aber wenn sie erzführend sind, so sind sie es in ihnen ganz besonders. Außerdem ist der Einfluß des Nebengesteins nur ein relativer. Ist also das Nebengestein b günstiger als a, c günstiger als b, so kann der Gang in a erzreich sein, ist aber, wenn er auch die beiden anderen Gesteine durchsetzt, in c am reichsten.

Auf Segen Gottes bei Gersdorf ist der Gabbro der Erzführung besonders, der Granulit weniger, der Tonschiefer nicht günstig; zu Miltitz[2]) durchziehen Erztrümer den Kalkstein, nicht aber den liegenden und hangenden Tonschiefer; die Gänge der edlen Quarzformation von Bräunsdorf sind im gewöhnlichen Glimmerschiefer sehr arm, dagegen reich im „schwarzen Gebirge“, das eine etwa 120 m mächtige Einlagerung in jenem bildet.

Die bei Freiberg gemachten Beobachtungen dürfen aber keineswegs zu Verallgemeinerungen in bezug auf die Gänge anderer Gegenden führen. Aus den nachstehenden Beispielen ergibt sich bald eine Abweichung, bald eine Ähnlichkeit mit den zu Freiberg festgestellten Verhältnissen. Die Přibramer Gänge[3]) durchsetzen Sandsteine und Tonschiefer und zeigten ihre Bleierzmittel hauptsächlich im Sandstein. In der ersten Grauwackenzone führten sie vorzugsweise Bleiglanz, Zinkblende und Siderit, seltener Silberfahlerz; in der benachbarten zweiten Schieferzone trat Bleiglanz nur putzen- oder schwach lagenförmig auf. Dagegen finden sich dort viel Blende und Siderit, Kalkspat und häufiger Silberfahlerz. Der Bleiglanz wird dabei großblätteriger und oft silberärmer.

[1]) Gangstudien, I, 247.

[2]) Stelzner, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 253—254.

[3]) Babánek, Die Erzführung der Přibramer Sandsteine und Schiefer in ihrem Verhältnisse zu Dislokationen; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXI, 1871, 291—295; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XIX, 1871, 340—342, 347—348.



Für Joachimsthal hat Vogl drei günstige und fünf ungünstige Schiefervarietäten unterschieden. Während zu Freiberg und zu Přibram der Tonschiefer der Erzansiedelung wie der Spaltenbildung ungünstig ist, ist er zu Mies gegenüber dem Granit das bevorzugte Gestein, desgleichen treten gerade im Tonschiefer viele Gänge des rheinischen Schiefergebirges auf. Zu Butte (S. 855) in Montana ist der saurere Bluebird-Granit und der Porphyr der Kupfererzführung ungünstig, der hornblendeführende Butte-Granit günstig.[1]) Zu Broken Hill Consols (S. 728) ist der Erzadel an Amphibolschiefer, zu Silver Islet (S. 728) an Gabbro gebunden. Es wird sich späterhin noch mehrfach zeigen, daß gewisse Gänge erst bei ihrem Eintritte in Kalksteine oder an der Grenze zwischen Schiefern und Kalksteinen zu bauwürdigen und mächtigen Lagerstätten werden.

In einzelnen Fällen tritt ein tiefgreifender Wechsel im mineralogischen Gepräge der Füllung ein, wenn der Gang von einem Gestein in ein andersartiges übersetzt; es sei hier an die Kupferbleiglanzlagerstätten von Klausen in Tirol (S. 791) und vor allem an die Kupferzinnerzgänge von Cornwall (besonders Botallack, S. 940) erinnert.

Die Kontaktveredelungen. Wenn ein Gang durch zwei Gesteine hindurchsetzt, so ist nicht nur die Qualität und Quantität der Erzführung im Bereich der beiden Gesteine oft eine verschiedene, sondern sehr häufig findet gerade an der Gesteinsgrenze eine solche Anreicherung statt, daß man von einer Veredelung an der Gesteinsscheide sprechen kann. Diese Erscheinung ist so häufig, daß Hunt[2]) der Meinung ist, in manchen Gegenden sei überhaupt die Gegenwart zweier verschiedener Gesteine nötig, um reiche Erzgänge zu erzeugen. In den nachstehenden Beispielen läßt sich nicht immer ein mechanischer Einfluß auf die Spaltenbildung und ein chemischer auf den Mineralabsatz scharf auseinanderhalten; häufig mögen beide an den Erscheinungen beteiligt sein. Auf das ganz besonders wichtige und häufige Vorkommen von Erzanreicherungen längs der Grenze zwischen Schiefern und Kalksteinen, das in der Auflöslichkeit der letzteren seinen Grund hat, soll erst später eingegangen werden.

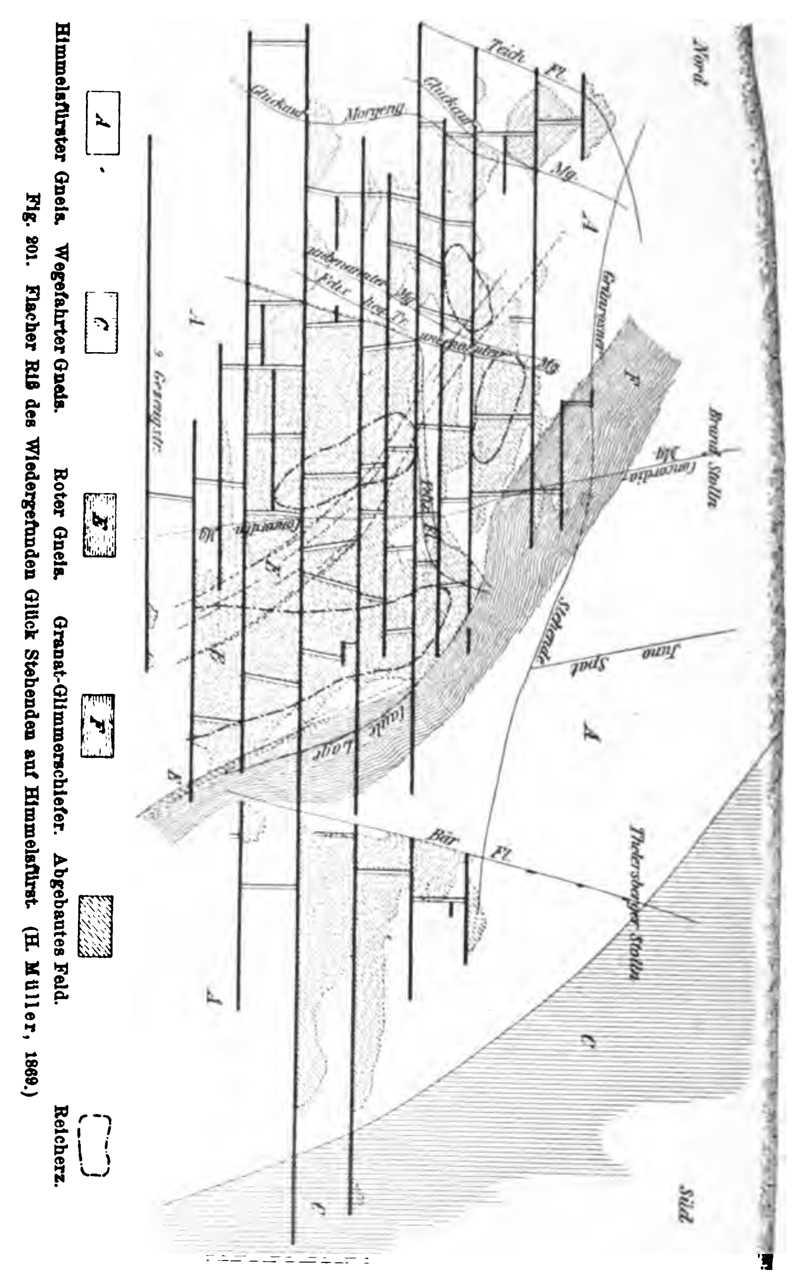
Auf Himmelsfürst lassen sich mehrere Gneisvarietäten unterscheiden, unter denen eine, nämlich ein körnig-schuppiger, orthoklas- und plagioklashaltiger, der sogen. Himmelsfürster Gneis, vorherrscht. Im hangenden Wegefahrter Gneis sind die Gänge arm. Dem Himmelsfürster Gneis ist eine SO. streichende, 30—45° SW. fallende, 20—200 m mächtige Granatglimmerschieferzone eingelagert, welche außerdem noch von kleineren derartigen Zwischenlagerungen begleitet wird (Fig. 201). Die Gänge sind im Himmelsfürster Gneis regelmäßig als kompakte Massen, im Glimmerschiefer dagegen nur als schmale Trümer und Klüfte, getrennt durch Schollen des Nebengesteins, entwickelt. Die Erzführung kommt fast ausschließlich dem Himmelsfürster Gneis zu und ist in diesem am reichsten innerhalb einer 200—500 m breiten Zone im Liegenden des Glimmerschiefers. Im Hangenden des letzteren hat man trotz vieler Versuche nur einige unbedeutende Mittel angetroffen. Mit der Entfernung der Gänge von der Schieferzone nach Länge und Teufe sollen auch die Erze abnehmen und die Gänge sich schließlich zu tauben Klüften zerschlagen. Treten in der Kontaktzone noch andere, allgemein veredelnde Ursachen, wie Kreuze und Scharungen, hinzu, so wird die Veredelung noch gesteigert und an sich unbedeutende und unbauwürdige Gänge werden bauwürdig. Auf Erzengel

[1]) Weed, Influence of country-rock on mineral veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 634—653.

[2]) British Mining, 1887, 400.



Michael zu Mohorn treten Gänge der edlen Quarzformation annähernd parallel dem Schichtenstreichen nahe der Grenze zwischen Tonschiefern und dem Dreh-



Himmelsfürster Gneis. Wegefahrter Gneis. Roter Gneis. Granat-Glimmerschiefer. Abgebautes Feld. Reicherz.

Fig. 201. Flacher Riß des Wiedergefunden Glück Stehenden auf Himmelsfürst. (H. Müller, 1869.)

felder Gneis auf. Entfernt von der Gesteinsgrenze durchziehen kompakte Hauptgänge den Gneis, in der Nähe derselben aber findet eine völlige Zersplitterung in eine Unzahl von Trümern statt, so daß jeweils der Hauptgang verschwindet

und eine größere Anzahl von Erzmitteln im Kontakt, und zwar im Liegenden des Tonschiefers auftritt. In der Rauris gingen die meisten Goldbergbaue im Gneis um, welcher vom „schwarzen Schiefer" überlagert ist. In der Nähe dieses letzteren besitzen die Goldgänge ihren größten Adel.

Zu Capillitas in Catamarca[1]) (Argentina) durchsetzen Kupfererzgänge Granit und Quarztrachyt. Sie sind nur im Granit und auch da nur an der Grenze gegen den Trachyt hin bauwürdig. Der Geistergang zu Joachimsthal (S. 744) zeigte seine reichsten Anbrüche bei der Durchkreuzung des Kontaktes zwischen Porphyr und den Schiefern und im Kontakt der letzteren mit Urkalk, der sich im übrigen der Erzführung nicht günstig erwies.

Mehrfach haben Erzanreicherungen bei der Endigung oder beim Eindringen von Gängen in Ruscheln (Lettenklüfte, Fäulen usw.) stattgefunden, so zu Andreasberg, Clausthal, wo die reichen Erzmittel der Gruben Caroline und Dorothea solcherart waren, zu Kuttenberg (S. 788), zu Silver City (S. 686). In einzelnen solchen Fällen mag der größere Reichtum an Kohlenstoff hier auf die Minerallösungen ausfällend gewirkt haben.

Ganz besonders groß ist der Einfluß erzhaltigen Nebengesteins, welches vorhin bereits als das der Erzansiedelung günstigste bezeichnet worden ist, und von Erzen überhaupt. Es verdienen hier die Kreuze von Gängen mit fahlbandartigen Zonen und solche mit anderen Gängen eingehender besprochen zu werden.

Ein sehr bekanntes Beispiel bieten die sogenannten Rücken in den verschiedenen Kupferschiefer-Gebieten; es sei vor allem erinnert an die Verhältnisse zu Mansfeld, Riechelsdorf, Kamsdorf, Schweina und Bieber. Auch die Kobaltsilbererzgänge von Schneeberg, Johanngeorgenstadt, Annaberg, Marienberg[2]) zeigen teilweise ihre reichsten Erzmittel dort, wo sie erzimprägnierte, scheinbar ruschelartige Schieferzonen, die sogen. „Schwebenden", durchsetzen (S. 737 ff, Fig. 202). Ein ganz ähnlicher Zusammenhang zwischen Erzabsatz und Erzführung des Nebengesteins besteht auf den Kalkspatsilbererzgängen zu Les Chalanches (S. 725), vielleicht auch zu Sarrabus (S. 726), zu Hisö (S. 725), und ganz besonders zu Kongsberg, wo die Erzmittel stets im Durchschnitt der Gänge mit den steileinfallenden Fahlbändern anzutreffen sind (S. 722). Wird endlich noch an die auffällige Veredelung der Kobalt- und Nickelgänge des Wallis und von Schladming durch Fahlbandzonen erinnert, so ergibt sich, welche besondere Bedeutung der Einfluß erzhaltigen Nebengesteins gerade auf den Absatz der Silber-, Kobalt- und Nickelerze zu besitzen scheint. Als Beispiele für eine ähnliche Veredelung der Goldgänge mögen die Gänge von Ophir (S. 593), von Ballarat (S. 608, Fig. 146) und im Gympie-Distrikt (S. 610) erwähnt sein. Möglicherweise gehören hierher auch die mitunter sehr reichen Erzansiedelungen in Zerrüttungszonen längs Kieslagern, wie der Kupferkniest des Rammelsberges (S. 337) und die Kupfererze zu Graslitz (S. 815). Das Kieslager der Grube Margareta zu Breitenbrunn i. Erzgeb. veredelt einen der Kobaltsilberformation angehörenden, 0,2 m mächtigen Uranpecherzgang bis auf 2,2 m unterhalb und 0,3 m oberhalb des Lagers.[3])

Gegenüber der oft behaupteten und teilweise wohl auch tatsächlich bestehenden erzausfällenden Einwirkung bituminösen und graphitischen Nebengesteins darf die große Seltenheit, ja man darf fast sagen, der Mangel von sul-

[1]) Stelzner, Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der argentinischen Republik, I, 240.

[2]) H. Müller, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 66.

[3]) Viebig, Die Silber-Wismutgänge von Johanngeorgenstadt im Erzgebirge; Ztschr. f. pr. Geol., 1905, bes. 93.



fidischen Gängen innerhalb des Steinkohlengebirges nicht übersehen werden. Manchmal sind sogar gewisse Spalten erst außerhalb der Steinkohlenablagerungen erzführende Gänge.

v. Cotta[1]) führt verschiedene Ursachen für die Nebengesteinswirkungen an, von denen nachstehend nur einige näher erörtert werden sollen.

1. Das verschiedene Wärmeleitungsvermögen.

2. Die verschiedene Rauhigkeit der Wände könnte eine Rolle gespielt haben. Es sei daran erinnert, daß diese auch für die Beschleunigung der künstlichen Kristallisation und für die lokale Ansammlung der sich ausscheidenden Massen eine gewisse Bedeutung haben.

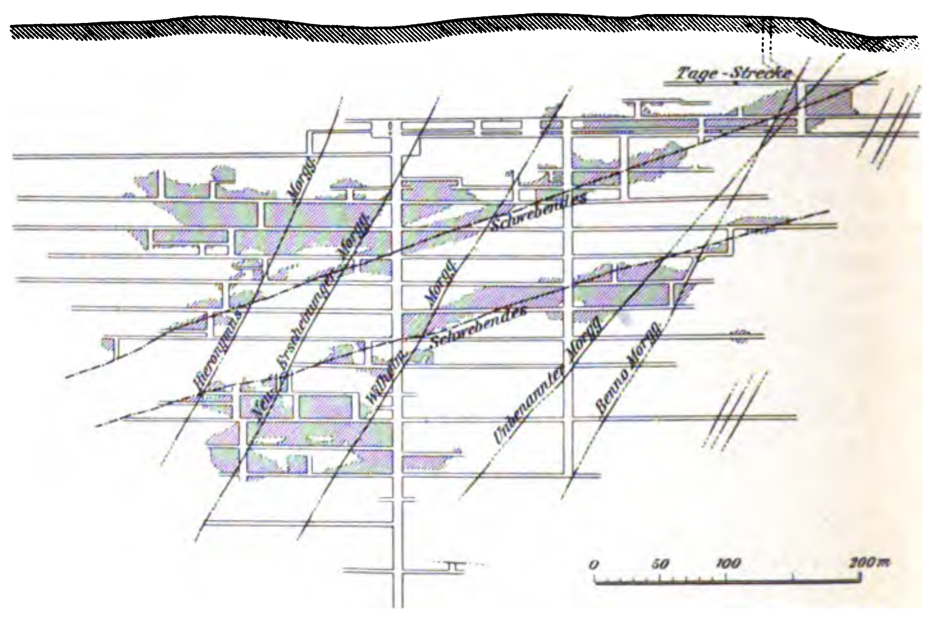


Fig. 202. Flacher Riß vom Erstneuglück Flachen bei Markus Röhling Fundgrube nächst Annaberg. Zeigt das Verhältnis zwischen den „Schwebenden" und den Erzmitteln. (H. Müller, 1894.)

3. Die Porosität bewirkt eine langsame Zirkulation der metallführenden Lösungen, aber vor allem auch eine Vergrößerung der für den Mineralabsatz geeigneten Gesteinsoberfläche; durch Imprägnationen mit Erzen kann poröses Gestein zu einem wirklich erzführenden Nebengestein werden, dessen guter Einfluß auf die Gangveredelung schon früher betont wurde. Damit hängt auch die Erscheinung zusammen, von der Cotta[2]) spricht, daß nämlich der Reichtum der Gänge abhängig von dem Winkel sein kann, unter welchem die Spalte die Schichtung oder Schieferung des Nebengesteins durchschneidet; solche Spalten, welche der Schieferung oder Schichtung parallel laufen, werden selbstverständlich weniger rauhe, zerklüftete und poröse Wände besitzen, als die in einer anderen Richtung durchsetzenden.

[1]) Erzlagerstätten, I, 2. Aufl., 1859, 147—155.

[2]) l. c. 161.

4. Von besonderer Bedeutung ist die Fähigkeit des Nebengesteins, mit den Lösungen Reaktionen einzugehen, mittels deren die Erze und Gangarten in die Gangspalten eingeführt worden sind. Schon das in Gesteinsklüften zirkulierende, nur mit wenig Agentien beladene Wasser greift bekanntlich das Gestein an; um so mehr müssen das die Flüssigkeiten tun, welche als Mineralbringer zu betrachten sind, auch abgesehen von den ganz besonderen, zur Zeit der Mineralzufuhr herrschenden Druck- und Temperaturbedingungen. Wechselwirkungen zwischen Lösung und Gefäßwand sind da von vornherein anzunehmen; sie werden bewiesen durch die Zersetzung des Nebengesteins, die besonders in der Nähe mächtiger und reicher Gänge sehr intensiv sein kann und von der späterhin noch die Rede sein soll. Eingehende Untersuchungen über die Reaktionsfähigkeit des Nebengesteins der meisten Freiberger Gänge, nämlich des grauen und roten Gneises hat Scheerer[1]) vorgenommen. Der graue Gneis ist der Erzführung günstiger als der rote. Auf Grund zahlreicher Analysen frischer Gesteine und solcher der gleichen Typen, welche aber als Nebengestein der Erzgänge eine Umwandlung erfahren hatten, stellte er Vergleiche an, inwiefern ein Austausch zwischen den Bestandteilen jener Gneise und den in den Minerallösungen enthaltenen Substanzen stattzufinden vermöge. Mit der Zusammensetzung des frischen Gneises hat man die des umgewandelten zu vergleichen, um zu erfahren, was von ursprüglichen Bestandteilen entführt und gleichzeitig an Stoffen aufgenommen wurde. Dieses ist nur unter der Bedingung möglich, daß wenigstens einer der ursprünglichen Bestandteile des Gneises in seiner ganzen Menge zurückgeblieben ist. Das gilt von der Tonerde. Wegen ihrer Unlöslichkeit in Lösungsmitteln, die hier in Betracht kommen können, und weil in einer kieselsäurehaltigen Lösung, die keine stärkeren Säuren enthält, nicht zugleich auch Tonerde gelöst sein kann, darf man annehmen, daß sie in unveränderter Menge zurückblieb, während Kieselsäure, Alkalien, Kalk, Magnesia usw. teilweise entführt wurden. Auch der Kaolin enthält bekanntlich die Tonerde der Feldspäte in ihrer ganzen ursprünglichen Quantität.

Aus zahlreichen Analysen ergab sich die mittlere mineralogische Zusammensetzung wie folgt:

	des grauen Gneises	des roten Gneises
Quarz	25	30
Feldspat.	45	60
Glimmer.	30	10

Tatsache ist, daß der graue Gneis der Erzabscheidung günstiger gewesen ist, als der rote. Nimmt man als das Nächstliegende an, daß dieser Einfluß in der verschiedenen mineralogischen Zusammensetzung der beiden begründet sei, so ist von vornherein ausgeschlossen, daß die Umwandlung des Feldspats und die Wegfuhr von Alkalien und der Kieselsäure überhaupt die Erzausscheidung

[1]) Die Gneuse des sächsischen Erzgebirges und verwandten Gesteine, nach ihrer chemischen Constitution und geologischen Bedeutung; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XIV, 1862, 23—150.



begünstigt habe; denn sonst müßte der rote Gneis das günstigere Gestein sein. Es bleibt vielmehr nach Scheerer nur die Annahme, daß die Anwesenheit von viel Glimmer im grauen Gneis für die Gangveredelung verantwortlich ist. Die Zusammensetzung der Glimmer im grauen bezw. im roten Gneis wird durch nachstehende Analysen Scheerers dargetan:

	I. Biotit.			II. Muskovit.	
	a	b	c	d	e
Kieselsäure	37,18	37,06	37,50	50,77	51,80
Titansäure	2,47	3,64	3,06	0,30	—
Tonerde	17,53	16,78	17,87	26,29	25,78
Eisenoxyd	6,20	6,07	12,93	3,28	5,02
Eisenoxydul	15,35	15,37	9,95	3,60	2,25
Manganoxydul	0,31	Spur	0,20	—	0,41
Kalk	0,79	0,57	0,45	0,15	0,28
Magnesia	9,05	9,02	10,15	0,89	2,12
Kali	5,14	5,96	0,83	10,56	6,66
Natron	2,93	2,86	3,00	—	1,22
Wasser	3,62	3,77	3,48	4,40	4,79
	100,57	100,10	99,42	100,24	100,33

a und b = Biotit aus grauem Gneis von Beschert Glück.
c = Biotit aus dem grauen Gneis von Kleinwaltersdorf.
d = Muskovit aus rotem Gneis von Gahlenz.
e = Muskovit aus rotem Gneis von Neue Hohe Linde.

Es ergibt sich daraus für den Biotit des grauen Gneises ein viel größerer Gehalt an schwächeren Basen (Eisen und Magnesia), welche durch Agentien leicht aus dem Silikat entführt und mit diesen in Wechselwirkung treten können; tatsächlich ist der Muskovit überhaupt viel schwerer zerstörbar als der Biotit.

Weiter nimmt Scheerer an, daß in den erzbringenden Lösungen vorhanden waren: Sulfide, Sulfarsenide, Sulfarsenantimonide, Arsenide in überhitztem mit Schwefelwasserstoff gesättigtem Wasser, vielleicht mit mehr oder weniger Schwefelalkalien, und Karbonspäte, Flußspat, Schwerspat, Quarz, gelöst in kohlensäurehaltigem Wasser, in welches allmählich auch Flußsäure und Schwefelsäure eingetreten seien. Diese Lösungen sollen besonders auf den Biotit des grauen Gneises eingewirkt haben. Der schwarze Glimmer gab, indem er von der Kohlensäure der Lösung angegriffen wurde, Veranlassung zur Bildung von Eisenoxydulkarbonat und Magnesiakarbonat, nach Entfernung der Kohlensäure seien aber auch die gelösten Karbonate ihres Lösungsmittels beraubt worden und mußten ausfallen (Bildung der Karbonspäte). Weiterhin habe sich das Eisenkarbonat unter dem Einfluß des Schwefelwasserstoffes und der Alkalisulfide in Pyrit umgesetzt, während zu gleicher Zeit den Metallverbindungen ihr Lösungsmittel geraubt wurde und diese als Sulfide, Arsenide usw. sich ausscheiden mußten. In demselben Maße wie also dem Magnesiaglimmer sein Eisen entzogen wurde, mußten die Erze ausfallen. Der Glimmer des roten Gneises blieb dagegen fast wirkungslos, hätte auch nicht in dem Maße wirksam sein können

wie der Biotit, da er spärlicher vorhanden und durch den Gneis mehr zerstreut ist, als der flaserig angehäufte Biotit.

Daß wirklich der Gneis selbst an den die Mineralabscheidung bewirkenden Reaktionen beteiligt war, zeigt sich an den Gangwänden. In der Nähe der Gänge ist der graue Gneis tatsächlich in der Ausdehnung von wenigen Zentimetern bis zu 2 m mehr oder weniger verändert. Diese Umwandlung ist in solchen Teufen wahrnehmbar, wo eine Einwirkung der Tagewässer ganz ausgeschlossen ist und sie ist um so intensiver, je mächtiger der Gang ist.

Vorstehende Darlegungen Scheerers sollten zunächst nur für das Erzgebirge gelten; anderswo können noch mancherlei andere chemische und physikalische Faktoren von Einfluß gewesen sein. Selbstverständlich vermögen auch Scheerers Untersuchungen nicht alles zu erklären.

Wo das Nebengestein der Erzgänge fahlbandartig entwickelt oder sonst mit Sulfiden imprägniert ist, und eine Veredelung jener im Durchschnitt mit ihm stattfindet, liegt es nahe, die Ausscheidung der Metallverbindungen in den Gängen auf eine Reaktion zwischen der erzbringenden Lösung und den Sulfiden zurückzuführen. Für Kongsberg nahm Vogt[1]) an, daß die silberführenden Lösungen etwas sauer gewesen seien, infolgedessen sich in den von ihnen durchsickerten Fahlbändern Schwefelwasserstoff bilden mußte, der die Ausfällung des Silbers bewirkte. Daß neben dem letzteren nur untergeordnete Mengen von Blei-, Zink- und Kupfersulfiden in den Kongsberger Gängen auftreten, erklärt er damit, daß aus den Lösungen von Silber und diesen Metallen durch Schwefelwasserstoff zunächst nur das Silber ausgeschieden wird. Die Bedeutung organischer Substanzen als Fällungsmittel pflegt man dahin zu deuten, daß diese die Sulfatlösungen reduzieren und in Sulfide verwandeln. Genaue Untersuchungen über spezielle Fälle einer solchen Gangveredelung stehen noch aus.

5. Der Einfluß galvanischer Ströme auf die Erzausscheidung wird schon seit langer Zeit behauptet und spielt sicherlich auch eine große Rolle bei der Bildung metallhaltiger Mineralien. Man weiß gegenwärtig darüber nur soviel, daß sich auf Erzgängen elektrische Ströme bewegen und daß viele Mineralien im Kontakt elektrisch erregbar sind. Im übrigen sei auf die Literatur[2]) verwiesen.

---

[1]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 121—123.

[2]) C. v. Fritsch, Über die Mitwirkung elektrischer Ströme bei der Bildung einiger Mineralien, Göttingen 1862. — Erhard, Über elektrische Ströme auf Erzgängen; Jahrb. f. das Berg- u. Hüttenw. in Sachs., 1885, 160—174. — Ders., Die elektrischen Differenzen zwischen metallischen Mineralien und einigen Flüssigkeiten; ebenda 175 bis 184. — Henwood, The metalliferous deposits of Cornwall and Devon, 1843, 445 bis 460. — Hunt, British Mining, 1884, 385—396, 400. — G. F. Becker, Geology of the Comstock Lode and the Washoe District; Monogr. U. St. Geol. Survey, III, 1882, cap. X, 309—367, bearbeitet von C. Barus. — Sutherland, Earth-currents and the occurrence of Gold. Nature vom 20. III. 1890. — Mönch, Über die elektrische Leitfähigkeit von Kupfersulfür, Silber-, Blei- und schwarzem Quecksilbersulfid; N. Jahrb., Beil.-Bd. XX, 1905, 365—435, Lit. — Ältere Literatur bei v. Cotta, Erzlagerstätten, I, 1859, 153—154.



Beeinflussung der Mineralführung durch Gangkreuze und -Schleppungen.

Von großer Bedeutung ist oft die Einwirkung eines Erzganges auf die Erzführung eines jüngeren, ihn durchsetzenden, wodurch die seit langem bekannte und viel beobachtete Veredelung der Gangkreuze[1]) entsteht. Der metallführende ältere Gang wird dabei für kurze oder — bei Schleppungen — längere Erstreckung Nebengestein des jüngeren. Manche Gänge sind überhaupt nur auf den Kreuzen abbauwürdig oder erzführend; die Alten haben die Erscheinung bereits als „Rammeln" bezeichnet. Die Veredelung braucht keineswegs immer längs der ganzen Kreuzungslinie aufzutreten, sie kann vielmehr innerhalb derselben auf einige Nester beschränkt sein. Die Einwirkung des einen Ganges auf den anderen ist im allgemeinen um so günstiger, je spitzer der Winkel ist, unter welchem die beiden zusammentreffen, d. h. je größer die Berührungsfläche ihrer Füllungen. Es versteht sich von selbst, daß auch hier das Nebengestein von Einfluß bleibt und günstiges Nebengestein die Veredelung des Gangkreuzes fördert, ferner auch, daß die letztere von dem Erzreichtum des jüngeren Ganges überhaupt abhängig ist. Wo schon die durchschnittliche Erzführung des Ganges eine hohe ist, wird das Gangkreuz um so reicher sein. Es sei übrigens bemerkt, daß die Veredelung der Gänge bei ihrer Kreuzung und Scharung häufig auch mit einer Spaltenverbreiterung oder einer intensiveren Zerspaltung des Nebengesteins in der Scharungslinie, also mit mechanischen Ursachen zusammenhängen kann, ebenso wie eine Zertrümerung eines jüngeren Ganges an einem älteren oft als eine Verarmung oder Vertaubung bezeichnet worden sein mag.

Nach H. Müller[2]) kommen im Freiberger Gebiet die folgenden Fälle vor:

1. Veredelung des jüngeren Ganges durch den älteren.
2. Veredelung des älteren Ganges durch den jüngeren.
3. Veredelung beider Gänge zugleich.

Der zweite Fall hat in einer Imprägnation des durchschnittenen Ganges durch den jüngeren seine Ursache. „Die Veredelung auf den Gangkreuzen ist teils eine quantitative, in einer Zunahme der Mächtigkeit, teils eine qualitative, in einer Anreicherung der Ausfüllungsmassen mit Erzen bestehend. Vorzüglich sind es die edlen Silbererze, dunkles und lichtes Rotgiltigerz, Weißgiltigerz, Glaserz, Eugenglanz, Melanglanz und gediegen Silber, welchen wir auf solchen Punkten ungemein häufig begegnen und welche denselben eine so große bergmännische Wichtigkeit verleihen. In seltenen Fällen finden wir auf den Gangkreuzen Mineralien, die den beiden Gängen sonst gänzlich fremd zu sein pflegen, wie Speiskobalt, Chloanthit, Weiß- und Rotnickelkies, Uranpecherz und Realgar, und welche deshalb von einigen Geologen besonderen sporadischen Formationen beigezählt worden sind."[3])

Einige wichtige Beispiele aus dem Freiberger Revier sind schon S. 759—761, ein solches von Marienberg S. 745 genannt worden.[4]) Wenn solche Gangkreuze

[1]) Kühn, Geognosie, II, 391—404.

[2]) Gangstudien, I, 270.

[3]) H. Müller, l. c.

[4]) Siehe auch Hoffmann, Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Königr. Sachs., 1888, 124—152. — Neubert, ebenda 1881, 50—63. — Wengler, ebenda 1873, 101. —

und -Schleppungen auch nicht durchgehends reicherzführend waren, so haben sie doch für den Wohlstand der Grube Himmelsfürst und ganz besonders Himmelfahrt eine außerordentlich wichtige Bedeutung besessen. Von dem Durchfallungskreuze des Amandus Flachen mit dem Salomon Flachen zu Marienberg gewann man im Jahre 1892—1893 bald hintereinander zuerst Reicherze für 16437 Mark und dann 10000 kg 3%iges Silbererz für 30529 Mark. Die Erzführung ist zu Marienberg überhaupt fast nur an die Gangkreuze gebunden. Zu Joachimsthal sind die Gangkreuze nach Laube dort besonders reich, wo der Scharungswinkel ein spitzer ist. Zu Weipert in Böhmen[1]) zeigte der im Tonglimmerschiefer aufsetzende Feigen- und Mildehandgottesgang nur an den Berührungsstellen mit sehr schmalen Kreuzklüften einen Adel an Silbererz. Die Übersetzenden selbst sind dabei bloß taube, höchstens einige Zentimeter mächtige Gänge oder sogar nur Blätter ohne jede Ausfüllung.

Es wäre indessen doch irrig, anzunehmen, daß alle Kreuze veredelnd und konzentrierend wirken müssen. Manche Gangkreuze verhalten sich passiv, einzelne zeigen sogar eine Verunedelung. So führten z. B. der Leopold und Leo Stehende auf Himmelsfürst, die sonst gewöhnlich derben Bleiglanz zeigten, auf ihrer Scharung über der 12. Gez.-Str. fast nur Schwefelkies. Für die verschlechternde Wirkung von Gangkreuzen gibt H. Müller[2]) aus dem Schneeberger Revier eine Anzahl von Beispielen. Ein solches für die Verschlechterung eines jüngeren Ganges führt Oppe[3]) aus dem Eibenstocker Ganggebiet an. Wo dort Eisensteingänge die älteren Zinnerzgänge schneiden, sind jene meistens arm, führen gewöhnlich nur Letten und Hornstein, oder sie zertrümern sich oder verdrücken sich. Selbst die ganz schmalen und tauben Zwitterklüfte bringen eine teilweise Verdrückung und Verunedelung sogar der mächtigeren Eisensteingänge hervor, und es galten deshalb dort die Zwittergänge als die gefürchtetsten Feinde des Eisensteinbergbaues. Übrigens sind derartige Verunedelungen niemals von großer Bedeutung und Erstreckung und bedingen nur eine relative Verschlechterung, wie Verdrückungen, Zertrümerungen, Hinzutreten neuer Gangart. Eine absolute Verschlechterung kann indessen auch eine Folge der Auslaugung sein, welche längs der Kreuzungslinie stattgefunden hat.

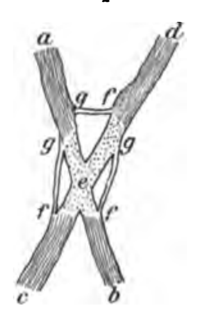


Fig. 203. Vertaubung eines Gangkreuzes zu Nagyág. (Debreczényi.)

Recht merkwürdige Verhältnisse bringt v. Hingenau[4]) aus dem Nagyáger Revier zur Anschauung (Fig. 203). Schneiden sich die Klüfte ab und cd, so sind der Kreuzungspunkt und die zunächst liegenden Teile der Klüfte oft nur mit Letten e erfüllt und die edle Füllung ist auf die vom Kreuz entfernten Teile beschränkt. Zusitzende Schnürchen („Konduktoren") fg, welche die Erzgänge entweder nur von einer Seite begleiten oder sie miteinander verbinden, führen dann die edlen Erze. Es sei ferner an den reichen Golderzstock von Boicza in Siebenbürgen erinnert (s. S. 671), der durch das Zusammenscharen einer Anzahl reicher Gangklüfte entsteht; diese zeigen nach Vogel[5]) ihren Adel erst in einem

H. Müller, Gangstudien, I, 254—304. — Ders., Die Erzgänge des Freiberger Bergrevieres, 1901, 297—324.

[1]) Grimm, Lagerstätten, 135.

[2]) Gangstudien, III, 209.

[3]) Gangstudien, II, 190—191.

[4]) v. Hingenau, Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VIII, 1857, 114—122, nach einem Manuskript Debreczényis. — Grimm, Lagerstätten, 135. — v. Inkey, Nagyág 1885, 165—166.

[5]) Briefliche Mitteilung an Stelzner, 22. II. 1894.

Abstand von 5—10 m vom Kreuzungspunkt. Auf den Gängen von Ruda (S. 674)[1]) kommt das Gold namentlich auf Nebentrümern vor, die entweder auf lange Erstreckung parallel zum Hauptgang verlaufen oder sich mit ihm scharen. Auf dem Gange selbst findet sich das Edelmetall nur in Begleitung feiner Kiesschnüren, die ihnen aus dem Nebengestein zusitzen. Mehrfach tritt an der Scharung zweier Hauptgänge selbst kein Freigold auf, sondern erst 1—3 m davon entfernt.

Seit langer Zeit ist die Veredelung der Erzgänge durch anscharende („zusitzende") bezw. abgehende (oder abziehende) Trümer bekannt.[2]) Sie ist wohl häufig nur eine Erscheinungsweise der soeben besprochenen Verhältnisse. Sind die Trümer gleich alt mit dem Hauptgang und nur Verzweigungen desselben, so ist genau genommen nicht die Vereinigung oder Zersplitterung des Ganges, sondern die zunehmende Gesamtmächtigkeit die Hauptursache für die höhere Erzführung; ist das Nebengestein ein besonders günstiges, so kommt auch dessen Einfluß in vermehrtem Maße in Betracht, da die wirksame Fläche mehrfach so groß ist. Auf jeden Fall ist für den Betrieb die Scharung der Gänge deshalb förderlich, weil dabei die Erzmasse zweier Gänge zugleich hereingewonnen werden kann. Sind aber die Trümer jünger als der Hauptgang, so liegen Gangkreuze mit ihren veredelnden Wirkungen vor.

Aus dem vorhin über die gegenseitige Beeinflussung der Gänge Gesagten ergeben sich keine allgemein gültigen Gesetze. Man wird auch hier gut tun, sich nicht auf Erfahrungen zu verlassen, welche zunächst nur für ein bestimmtes Ganggebiet gültig sein mögen; es wird vielmehr Sache der Vorsicht sein, dort, wo die herrschenden Gesetze noch nicht ganz klar liegen, diese Klarheit zu schaffen. Dies gilt vor allem in solchen Gebieten, die sich von vornherein durch komplizierteren Gangverlauf auszeichnen. Da sich für die Nebengesteinseinwirkung keine allgemein gültigen Gesetzmäßigkeiten aufstellen lassen, ist es auch unmöglich, alle Arten derselben auf dieselbe Weise zu erklären; die Erzgänge sind Individuen, die unter den verschiedensten Einflüssen und Bedingungen entstanden, deren Erze aus chemisch und physikalisch ganz verschiedenen Lösungen auskristallisiert sein können. Um den Nebengesteinseinfluß in irgend einem Gebiet zu erklären, bedarf es deshalb genauer paragenetischer und petrographischer, oft auch recht verwickelter chemischer Studien. Wo verschiedene Nebengesteine einen verschiedenen chemischen Einfluß auf die primäre Erzführung eines Ganges ausübten — es sei hier immer abgesehen von dem Einfluß auf den Vorgang der Spaltenaufreißung selbst —, muß die chemische und physikalische Natur gewisser Gesteine der teilweise Anlaß zur Erzansiedelung gewesen sein, während es umgekehrt nicht ausgeschlossen ist, daß besondere Eigentümlichkeiten eines anderen der Ausscheidung von Metallverbindungen hinderlich sein konnten.

---

[1]) Briefliche Mitteilung von Wodack an Stelzner, 20. XI. 1890.

[2]) Cancrinus, Beschreibung der vorzüglichsten Bergwerke in Hessen, in dem Waldekkischen, an dem Harz usw., 1767, 279: „Ebendaher sagt auch der Bergmann: Das Scharen der Gänge veredelt das Feld, das Paaren der Menschen vermehret die Welt."



4. Die Höhlenfüllungen

und

5. Die metasomatischen Lagerstätten.

* Unter Höhlen werden hier solche Hohlräume verstanden, welche in der Hauptsache durch Auflösung entstanden sind. Da alle Gesteine durch natürliche Lösungsmittel zerstörbar und auflöslich sind, so ist auch eine Höhlenbildung in allen Gesteinen denkbar, besonders wenn man der Größe der als Höhlen zu bezeichnenden Hohlräume keine untere Grenze setzt. Tatsächlich aber sind fast nur besonders leichtlösliche Gesteine, wie Karbonatgesteine, Kalksteine und Dolomit, ferner Gips, Anhydrit und Steinsalz im größeren Maßstabe der Auslaugung unterworfen. Wurden vorherbestehende Höhlen in solcher Weise, wie das für die Erzgänge anzunehmen ist, durch die Absätze chemischer Lösungen ausgefüllt, so entstanden die Höhlenfüllungen; als solche können also hier nicht solche Ablagerungen gemeint sein, welche metathetisch oder eluvial aus dem Nebengestein der Höhlen selbst hervorgegangen oder mechanisch in diese hineingeschwemmt worden sind. In dem hier gemeinten Sinne gehören Bohnerze, die Terra rossa usw. nicht zu den Höhlenfüllungen.

Als metasomatische Lagerstätten im strengsten Sinne wären solche zu verstehen, welche infolge der Verdrängung des Nebengesteins durch zugeführte Substanz, Molekül für Molekül, entstanden sind. Dieser Vorgang findet statt, wenn eine Lösung im Austausch gegen gelöste Substanz Bestandteile des Nebengesteins aufnimmt, wobei also das letztere als Fällungsmittel für das erstere wirkt und Gelöstes und Ausgefälltes in einem bestimmten Verhältnisse stehen müßten, z. B.

$$ZnSO_4 + CaCO_3 = CaSO_4 + ZnCO_3.$$

Schon bei den sogen. metasomatischen Pseudomorphosen ist es häufig nicht ganz zweifellos oder sogar unwahrscheinlich, daß die Verdrängung des älteren Minerals in so präziser Weise vor sich gegangen ist; sehr oft ist vielmehr der Raum für die Neuansiedelung sicherlich ohne einen solchen molekularen Austausch zwischen der verdrängten und der neugebildeten Substanz entstanden. Der größte Teil der metasomatischen, aus Mineralgemischen bestehenden Lagerstätten dürfte sich so gebildet haben, daß eine Lösung im Gestein Auslaugungen verursachte und unmittelbar darauf sich darin eines Teils ihrer bisherigen Minerallast entledigt hat. Der Begriff der metasomatischen Minerallagerstätten ist deshalb sicherlich in einem weiteren Sinne zu fassen, als derjenige der metasomatischen Pseudomorphosen im Mineralreiche. Ferner wird sich zeigen, daß in vielen Fällen eine Höhlenfüllung in auflöslichem Gestein von einer metasomatischen Verdrängung der Höhlenwände durch den primären Erzabsatz oder die oft nicht minder wichtigen sekundären Umwandlungsprodukte begleitet war. Eine scharfe Trennung der Höhlenfüllungen und der metasomatischen Lagerstätten scheint deshalb nicht durchführbar zu sein.



Schon bei der allgemeinen Besprechung dieser Lagerstätten ist es notwendig, zwei Gruppen zu unterscheiden. Die eine läßt keine unmittelbaren Anzeichen eines genetischen Zusammenhanges zwischen dem Erzabsatz und einem Eruptivgestein erkennen; die andere umfaßt solche Vorkommnisse, welche sich in nächster Nachbarschaft eines Eruptivgesteins oder in dessen Kontakthof befinden und deren Mineralführung sowohl aus Erzen als auch aus Kalksilikaten und anderen als Kontaktmineralien zu bezeichnenden Gebilden in solcher Vereinigung besteht, daß man annehmen darf, daß beide infolge der Gesteinsintrusion und mindestens die Erze als epigenetische Bildungen entstanden sind. Der weitaus größte Teil der metasomatischen Kupfererzlagerstätten und Magneteisensteine gehört der letzteren Gruppe an. Im folgenden werden demnach unterschieden werden:

I. Die Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten im engeren Sinne.

II. Die metasomatischen Kontaktlagerstätten.[1])

I. Die Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten im engeren Sinne.

Allgemeines.

Die für die Ansiedelung von Erzen in Betracht kommenden Hohlräume finden sich nur in oder auf dem Kalkstein- und Dolomitgebirge. Durch Auslaugung im Kalkstein[2]) erzeugte Hohlräume müssen ihren Ausgang von Spalten irgendwelcher Art und Richtung nehmen und können unter Zutun aller geeigneten Lösungsmittel entstehen, gleichviel ob diese aus der Tiefe oder von der Oberfläche herstammen, wenn sie nur insoweit erneuert werden, daß sie ihre Lösungsfähigkeit infolge Sättigung nicht verlieren. Die Zuleitungswege für die lösenden Wässer können ursprünglich nur ganz unbedeutende Zerklüftungen gewesen sein, die im Laufe der Zeit innerhalb des Kalksteingebirges zu großen Weitungen wurden, während sie im umschließenden oder eingelagerten unauflöslichen Gestein, in Schiefern, Eruptivgesteinen usw. im Vergleich zu diesen kaum bemerkbar bleiben. Mächtigeren, vertikalen, spaltenförmigen Hohlräumen im Kalkstein fehlt deshalb oft scheinbar die Fortsetzung nach unten oder oben. Von den meisten Erzgängen unterscheiden sich die Höhlenbildungen dadurch,

---

[1]) Es wäre selbstverständlich wünschenswert, die auf die verschiedene Entstehungsweise gegründete Unterscheidung auch kurz in der Namengebung zum Ausdruck zu bringen. Es könnten hier Bezeichnungen gebraucht werden wie „eruptivnahe", „eruptivferne"; es ergibt sich aber aus dem folgenden, daß manche Lagerstätten, wie diejenigen von Leadville, unmittelbar an Eruptivgesteine gebunden sind, ohne im obigen Sinne Kontaktlagerstätten zu sein. Andere Bezeichnungen, wie „hydatogen", „pneumatolytisch-hydatogen", wären geeignet, über die wirklichen Kenntnisse von der besonderen Entstehungsweise mancher Kontaktlagerstätten zu täuschen. Die oben gewählte Benennung entspricht derjenigen, welche sich schon seit längerer Zeit in der Wissenschaft eingebürgert hat und soll beibehalten werden.

[2]) In dem folgenden allgemeinen Abschnitt sei der Einfachheit wegen immer nur von Kalkstein die Rede.

daß ihre Dimensionen von denjenigen der ursprünglichen Spaltenbildungen unabhängig sind. Schmale Schichtklüfte, Steinschneiden, Zerrüttungszonen, die sich zumal an der Grenze zwischen Kalkstein und anders beschaffenen Einlagerungen, d. h. zwischen Gesteinen bilden konnten, die sich der Biegung und Faltung gegenüber unhomogen verhalten mußten, Auflockerungen und Breccienbildungen längs eruptiver Intrusionen oder längs Störungen haben den Lösungen den Zutritt gewährt. Die durch diese bewirkten Hohlraumbildungen und Mineralabsätze sind deshalb teilweise in ihrer Form abhängig von der Umgrenzung der aufgelockerten Gesteinspartien. Der Durchschnitt unbedeutender Spalten oder Gesteinsklüfte kann der Ausgangsort für die Entstehung mächtiger und tiefreichender Schlauchhöhlen, Trichter und unterirdischer Schlöte und entsprechend geformter Lagerstätten werden. Der ursprüngliche Zusammenhang mit Zerrüttungszonen gibt sich oft in der Stockwerkform und Brecciennatur der Lagerstätte noch zu erkennen.

Die Gestalt der Höhlen, Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten ist eine außerordentlich verschiedenartige, und in keinem Gebiete der Lagerstättengeologie gibt es deshalb eine größere Menge von Bezeichnungen. Den als Höhlen, Hohlschichten, Schichtgewölbehöhlen, Spaltenhöhlen, Racheln, Trichtern, Orgeln, Schläuchen und Schlotten unterschiedenen Höhlenbildungen entsprechen die als Stöcke, Massen, Lager, Lagen, Linsen, Butzen, Nester, Erzschläuche und Erzwürmer bezeichneten Lagerstättenformen. Insbesondere der englische und amerikanische Bergmann bedient sich zu deren Benennung einer ganzen Reihe von Ausdrücken; die sheets (Flächen, Papierbogen) sind dünne Erzeinlagerungen zwischen mehr oder weniger horizontalen Schichten; die flats (flachliegende Gänge) können mächtigere, den Raum ganzer Gesteinsbänke einnehmende Massen bilden; bunches („bunch“, die Beule) sind Erznester; als runs (Läufe) werden in Missouri Erzkörper im Durchschnitt von Vertikalspalten mit Schichtflächen bezeichnet; pipes (Röhren), chimneys (Schlöte) und gash veins (gash der Einhieb, die Schmarre) sind mehr oder weniger vertikal stehende Hohlräume und Hohlraumsfüllungen in Spalten, die durch Auslaugung unregelmäßig erweitert wurden; als crevices bezeichnet man im Gegensatz zu den fissure veins im Mississippi-Gebiete die durch Auslaugung erweiterten Querspalten (Spaltenhöhlen). Fremdländische Ausdrücke wie poches (Taschen), bolsadas (span. Beutel), chambers (Kammern) usw. bedürfen keiner weiteren Erklärung. Manche Bezeichnungen sind nur lokal üblich und ihre Besprechung kann deshalb hier unterbleiben. Alle die sehr mannigfachen Formentypen können nebeneinander in demselben Lagerstättengebiet vorkommen.

Die Dimensionen der Höhlen schwanken vom kleinsten bis zum großartigsten Maßstabe; das Grottengebiet von Adelsberg ist über 4 km weit begangen, die größte Höhle daselbst (die Franz-Joseph-Elisabeth-Grotte) ist 34 m hoch, 203 m breit und 195 m lang. Die größte bekannte Höhle der Erde ist die Mammuthöhle in Kentucky, welche ein ganzes System von Seen und Flüssen besitzt und vom Eingang bis zum hintersten Ende 15 km lang sein soll. Die verschlungenen Gänge haben angeblich eine Länge von 240 km. Über die eigentlichen Dimensionen erzerfüllter Höhlen und metasomatischer Lagerstätten

geben die Grubenrisse ebenso wie über deren wirkliche Gestalt häufig nur annähernden Aufschluß, weil sie nur die jeweils abgebauten und abbauwürdigen Räume verzeichnen.

Zu den durch Auslaugung entstandenen Gebilden gehören nicht nur die Höhlen im eigentlichen Sinn, sondern auch die in die Oberfläche der Kalksteingebirge eingesenkten, häufig viele Meter tiefen, durch oft scharfe und schroffe Grate, Rippen und Klippen getrennten Schratten, Karren, Racheln, Taschen, Trichter und Orgeln, welche häufig zweifellos unter einer recht mächtigen Bedeckung von sandigen oder tonigen Auflagerungen durch Auflösungsvorgänge entstanden sind. Sie sind nicht selten erfüllt oder überkleidet von eluvialen und metasomatischen Absätzen. Daß hier die Auslaugung unter der Oberflächenbedeckung andauert, gibt sich einesteils oft an dem Nachsinken dieser letzteren und an den Schichtstörungen in ihr, anderntelis auch an der Neubildung eluvialer Rückstände und an einer fortschreitenden Dolomitisation (s. u.) längs der Kalksteinoberfläche zu erkennen. Die mechanisch durch Zusammenbruch unterirdischer Höhlen entstandenen, als Erdfälle oder Dolinen bekannten oberflächlichen Hohlformen haben für die Entstehung epigenetischer Lagerstätten keine Bedeutung.

Eine sehr häufig zu beobachtende Erscheinung, für die aus den nachstehenden Einzelbeschreibungen eine große Anzahl von Beispielen angeführt werden könnte, besteht darin, daß die Höhlenfüllungen oder metasomatischen Erzabsätze unmittelbar an die liegende oder hangende Grenze zwischen Kalkstein und nicht oder nur schwer auflöslichen Gesteinseinlagerungen, wie Schiefer, Tone, tonige Kalksteine, eruptive Quer- und Lagergänge gebunden sind. Man hat solche Lagerstätten mit einer Benennung, die hier weiterhin nicht in diesem Sinne benutzt werden soll, örtlich wohl auch als „Kontaktlagerstätten" bezeichnet. Diese Abhängigkeit von gewissen Einlagerungen verleiht zahlreichen solchen Mineralansiedelungen den Charakter einer Horizontbeständigkeit, der in früheren Jahren vielfach zu ihrer Auffassung als echte schichtige Lager führte. In vielen Gebieten bezeichnet die Grenze zwischen gewissen kalkigen und nicht kalkigen Gesteinen geradezu einen Leithorizont für die Aufsuchung der Lagerstätten. In ähnlicher Weise ist auch die Höhlenbildung mancher Gegenden an die Grenze verschieden löslicher Gesteine gebunden. Da die Höhlen durch absteigende Wässer entstanden sind, so ist gerade ihr Vorkommen über weniger wasserdurchlässigen Schichten denkbar, wenn längs dieser eine erhebliche Wasserzirkulation statthaben konnte. Hingegen ist das bezeichnete Verhalten der Lagerstätten, die sich mindestens zum großen Teile unter dem Grundwasserspiegel, also außerhalb des Bereiches lebhafter Wasserzirkulation bildeten, weniger leicht erklärbar. Während man dort die rasche Erneuerung des Lösungsmittels als die Ursache der Hohlraumbildung betrachtet, glauben manche, daß bei der Bildung der Lagerstätten gerade deren Stagnation längs undurchlässiger Einlagerungen die Auflösung und den Erzabsatz gefördert habe. Dabei wird dem übrigens häufig auch fehlenden Bitumengehalt solcher Einlagerungen gern ein Einfluß bei der Ausfällung der Erze zugeschrieben. Es wird sich im folgenden erweisen, daß die durch die ungleiche Faltung der Schichten oder durch eruptive Intrusionen veranlaßte Zerrüttung des Gesteins in manchen

Fällen bestimmt als die letzte Ursache der lokalen Erzansammlung angesehen werden darf; ferner zeigen schon die Beobachtungen an den Tagesaufschlüssen sehr häufig, daß die lösende Erosion gerade an den Grenzflächen zwischen Kalksteinen und andersartigen Einlagerungen einzusetzen pflegt, weil diese häufig die Stellen geringerer Dichtigkeit sind.

Das Vorkommen der Höhlen wie der durch ähnliche Ursachen entstandenen Lagerstätten ist sehr häufig ein gruppenweises. Der Parallelität der Erzgänge entspricht hier mitunter eine reihenförmige Anordnung in parallelen Zügen, was dann unmittelbar auf ihren Zusammenhang mit tektonischen Spalten hinweist (Moresnet-Aachen, Schmalkalden, Amberg, Oberschlesien, Nordspanien). Der weiten Ausdehnung der Höhlengebiete entspricht diejenige mancher Zonen mit metasomatischen Lagerstätten und Höhlenfüllungen, die, wie z. B. im Mississippi- und Missouorital, über enorme Flächen verbreitet und eine regionale Eigentümlichkeit sein können. Die Verbreitung der an Kalkstein gebundenen Lagerstätten deckt sich häufig mit Gebieten leerstehender Höhlen, diese letzteren sind dann regelmäßig jünger als der primäre Erzabsatz in jenen. Doch gibt es auch zahlreiche Höhlengebiete, denen epigenetische Lagerstätten vollständig oder fast vollständig fehlen, wie der schwäbisch-fränkische und der französisch-schweizerische Jura oder der Karst in seiner weitesten Ausdehnung.

Gewisse Kalksteine sind die bevorzugten Träger von Erzlagerstätten. So führt der Zechstein in verschiedenen Gegenden Deutschlands metasomatische Eisenerze, der Stringocephalenkalk bildet vielfach die Unterlage von Mangan- und Eisenerzlagerstätten oder das Nebengestein von Zink- und Bleierzeinlagerungen, der Muschelkalk ist — in verschiedenen Horizonten — in Baden wie in Oberschlesien, Polen und Galizien, der Wettersteinkalk in weiter Verbreitung in den Nord- und Südalpen blei- und zinkerzführend. Man hat daraus besonders früher mitunter die Folgerung abgeleitet, daß der in den Lagerstätten konzentrierte Erzgehalt dem kalkigen Nebengestein selbst eigentümlich, ursprünglich also sedimentärer Entstehung gewesen und erst später in dem Gestein umgelagert worden sei. In Wirklichkeit sind es indessen wohl andere innere und vor allem äußere Verhältnisse, die gewisse Kalksteine in größerer Verbreitung erzführend machen können. Zu den ersteren zählt sicherlich deren chemische Beschaffenheit, also vor allem ihre Reinheit von tonigen Beimengungen, die dem Angriff der lösenden Agentien Hindernisse bereiten müssen; indessen sei daran erinnert, daß in Toskana die Quecksilbererze gerade in besonders tonigen Kalksteinen auftreten und nach Spireks Meinung die Anwesenheit von Ton zur Bildung des Zinnobers nötig war (S. 902). Die primäre, in der Bankung zum Ausdruck kommende Struktur des Kalksteins mag manchmal für seine Auflösungsfähigkeit von Belang gewesen sein. Die von Höhlen und Lagerstätten durchzogenen Kalksteine scheinen zwar häufig gerade besonders massig und dickbankig zu sein, es darf aber nicht übersehen werden, daß diese Erscheinungsweise oft eine sekundäre, durch Dolomitisation bedingte ist. Daß gewissen Kalksteinen eine besondere Bedeutung für die Erzführung mancher Gegenden zukommt, hat selbstverständlich seine rein äußere Ursache häufig in der Tatsache, daß sie der vorwaltende oder einzige Kalkstein in einem ohnehin erzführenden Gebiete sind,

wie der Stringocephalenkalk im rheinischen Schiefergebirge; anderseits sind z. B. im Mississippi- und Missourigebiete verschiedene Stufen sowohl des Silur- wie des Kohlenkalkes, im Gebiete von Laurium archäische und kretazeische Kalksteine an der Erzführung beteiligt. Stellenweise muß die besondere Tektonik, der besondere Verband der Kalksteine mit anderen Schichten und Gesteinen, welcher in dem oben erwähnten Sinne dessen Lockerung und Auslaugung fördern kann, als maßgebend bezeichnet werden.

Die Auflösung des kohlensauren Kalkes geschieht bei der oberflächlichen Höhlenbildung hauptsächlich durch kohlensäurehaltiges Wasser; da es bei der Bildung der hier in Rede stehenden Lagerstätten, auch wenn diese zweifellos durch aus der Tiefe aufsteigende Wässer entstanden sind, kaum jemals zur Neubildung von Kalksilikaten gekommen ist, so darf man annehmen, daß auch die hierbei wirksamen Lösungen nur eine verhältnismäßig niedrige Temperatur und geringe Reaktionsfähigkeit besessen haben.

Ein mit der Höhlenbildung sowohl wie mit der Entstehung der entsprechenden Erzlagerstätten im Kalkstein vielleicht stets verbundener Vorgang ist die Dolomitisierung des letzteren. Meistens ist darunter nur eine Anreicherung des Magnesiakarbonats in dem magnesiahaltigen Gesteine zu verstehen; letzteres Karbonat geht mit dem Kalk während des Auslaugungsprozesses die Verbindung zu schwerlöslichem $CaMgC_2O_6$ ein. Aus dem Kalksteine kann ein Dolomitsand werden, der mitunter an der Ausfüllung der Hohlräume teilnimmt. Die Dolomitisation längs der Lagerstätten ist eine so allgemeine Erscheinung, daß sie vielfach als Wegweiser zur Auffindung solcher gelten und, wie im oberschlesischen Muschelkalk, eine primäre Faziesbildung des Kalkgebirges vortäuschen kann. Daß nebenbei auch eine Dolomitisation durch zugeführte Magnesialösungen stattgefunden habe, dürfte nur selten anzunehmen sein und wird selbstverständlich auch durch das Vorkommen dolomitischer Gangart nicht erwiesen. Der Umstand, daß der Dolomit neben den Erzabsätzen bestandfähig war, muß als ein weiterer Beweis für die geringe Reaktionsfähigkeit der erzbringenden Lösungen bezeichnet werden. Die Dolomitisation begleitet noch als ein jugendlicher Vorgang die Umlagerung der Erze und die Ansiedelung des sekundären Galmeis. Da fast jeder Kalkstein mehr oder weniger tonhaltig ist, der Ton aber nur durch intensivere Zersetzungsmittel zerstört wird, so sind alle Höhlen teilweise mit Ton erfüllt, der selbst oft mit primären und ganz besonders mit sekundären Erzen durchwachsen sein kann. Dasselbe gilt auch für Sand und sonstige unlösliche, dem Kalkstein beigemengte, im entstehenden „Höhlenlehm" sich ansammelnde Bestandteile.

Die im nachstehenden zu besprechenden Lagerstätten lassen wohl stets erkennen, daß der Absatz wenigstens eines Teiles der primären und häufig auch der sekundären Mineralführung gleichzeitig mit einer Verdrängung des Nebengesteins geschah. Man kann sie demnach in gewissem Sinne alle als metasomatische Lagerstätten bezeichnen. Es sei daran erinnert, daß auch längs mancher Erzgänge eine so intensive Verdrängung eines beliebigen Nebengesteins zu beobachten ist, daß man sogar die Hauptsache ihrer Mineralführung als eine metasomatische Bildung längs der Gangspalten bezeichnen könnte. Dies gilt

besonders für sehr viele Goldquarz-, Tellurgold-, Goldsilber-, Silber- und vor allem für die Zinnerzgänge. Längs der Golderzgänge ist das Nebengestein sehr oft intensiv durch Quarz und Pyrit, zu Cripple Creek auch durch Flußspat ersetzt; eine völlige Verdrängung des Feldspats durch Zinnerz im Nebengestein der Zinnerzgänge macht letzteres zur eigentlichen Zinnerzlagerstätte. Ausführlicher erwähnt wurde schon (S. 857) die teilweise metasomatische Ansiedelung des gediegenen Kupfers am Oberen See. Daß übrigens die Bezeichnungen Metasomatose und „replacement" besonders in Amerika häufig eine zu weitgehende Anwendung finden, hat schon Lindgren,[1]) der solche Vorgänge schilderte, gesagt.

Eine metasomatische, langsame Verdrängung des Kalksteins durch den Erzabsatz ist zweifellos, wenn Einlagerungen, die der Auflösung widerstanden haben, wie Schichten von Schiefern, Hornsteinen, Kieselschiefern, Kieselknollen, verkieselte Versteinerungen oder auch vererzte Pseudomorphosen von solchen, kurz alles was die frühere schichtige Natur des Kalksteins wiedererkennen läßt, sich in situ im Erze erhalten hat, während sie niedergesunken wären und auf dem Boden des Hohlraums liegen müßten, wenn dieser in seiner vollen Ausdehnung früher bestanden hätte als die Erzfüllung. Vom Erz rings umschlossene Kalksteinstücke, Breccien, deren Fragmente im Erze gewissermaßen schweben und sich nicht mehr berühren, können als Anzeichen einer Metasomatose dienen. Pseudomorphosen nach Kalkspatkristallen sind in metasomatischen Erzlagerstätten nicht selten, und besonders die in Eisenerz, Phosphorit, Blende oder Galmei umgewandelten Versteinerungen haben von jeher als Beweis für Verdrängungsvorgänge gegolten. Mit Sicherheit wird man endlich für eine an Kalkstein gebundene Lagerstätte einen metasomatischen Ursprung annehmen dürfen, wenn die Beschaffenheit des Deckgebirges (lose Sande, Ackererde, zumal auch lockere Schiefer) die Entstehung größerer Hohlräume zwischen ihm und dem liegenden Kalkstein nicht zugelassen hätte. Dies gilt z. B. für die oft sehr mächtigen Manganeisenerzlagerstätten Nassaus, für die in Missouri im Liegenden von Kieselschiefern, zu Laurium im Liegenden von Glimmerschiefern auftretenden Bleiglanz- und Zinkblendelagerstätten. Die molekulare Verdrängung des Kalksteins durch Neuansiedelungen müßte, wenn eine solche im strengsten Sinne wirklich in größerem Maßstabe vor sich ginge, gleichwohl zu einer drusigen Beschaffenheit der letzteren führen, weil die Erze ein kleineres Molekularvolumen besitzen als der Kalk.

Wo die Erze mitunter eine so deutliche Lagenstruktur zeigen, wie auf sehr vielen Bleiglanzblendelagerstätten (Raibl, Bleiberg, Aachen, Schlesien, Wiesloch, Iserlohn), kann es sich im einzelnen Falle wohl nur um einen Absatz in offenen Hohlräumen handeln. Daß die Bildung solcher dem Erzabsatz vorausgegangen ist, zeigt sich in recht zahlreichen Fällen, wenn sie überhaupt nur teilweise ausgefüllt oder sogar während des Erzabsatzes oder nach ihm zusammengebrochen sind, wie mancherorts im Mississippigebiete (sogen. circle deposits). Stalaktiten von Markasit, Blende und Bleiglanz sind in solchen erzführenden Höhlen ver-

---

[1]) XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part III, 645. — Ders., Metasomatic processes in fissure-veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 578—692.



breitet und weisen darauf hin, daß zu gewissen Zeiten ein Sulfidabsatz auch von obenher stattfand und daß die Höhle damals nicht mit Flüssigkeit erfüllt gewesen sein kann.

Es empfiehlt sich bei der weiteren Besprechung der Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten zwei Gruppen auseinderzuhalten:

A. Als metasomatische Auflagerungen finden sich Oxyde des Mangans und Brauneisenerz, sowie Phosphorite, niemals dagegen irgendwie bemerkenswerte Mengen von Sulfiden. Diese Stoffe wurden unter Zutun von Kalksteinen aus ihren an der Erdoberfläche gebildeten und von obenher zugewanderten Lösungen ausgeschieden und angereichert; ihre Entstehungsweise ist daher eine katogene.[1])

B. Die Höhlenfüllungen und metasomatischen Einlagerungen führen Spateisenstein oder den daraus hervorgegangenen Brauneisenstein und Manganoxyde, sowie Sulfide von Eisen, Blei, Zink, untergeordnet und scheinbar nie ausschließlich sulfidische Erze des Kupfers, ferner Antimonit und Zinnober; gewisse, jetzt aus zinnerzhaltigem Brauneisenstein bestehende Lagerstätten finden gleichfalls hier ihre Stelle. Sie sind mindestens größtenteils aus aufsteigenden Lösungen gebildet worden, also anogen, und ihre Entstehungsweise analog derjenigen der weitaus meisten Erzgänge. Bezüglich mancher der am besten bekannten Vorkommnisse schwebt die Diskussion über einen anogenen oder katogenen Ursprung.[2]) *

A. Metasomatische Auflagerungen.

1. Aufgelagerte metasomatische Eisen- und Manganerzlager.

Besonders in Hessen und Nassau[3]) kommen meist mulmige Mangan- und Eisenerze mit sehr wechselndem Verhältnis beider Metalle als Auflagerungen

---

[1]) κάτω nach unten, ἄνω nach oben.

[2]) Die Zweiteilung in Auflagerungen und Einlagerungen findet sich bei Stelzner nicht. Er ordnete alle metasomatischen Lagerstätten in erster Linie nach ihrem Stoffinhalt und in zweiter nach dem Alter des Nebengesteins. Die Kontaktlagerstätten sind in seinem Manuskript im Anschluß an die Besprechung der Entstehung der Erzgänge als Beispiele für einen unmittelbaren Zusammenhang zwischen epigenetischen Lagerstätten und Eruptivgesteinen erwähnt.

[3]) v. Klipstein, Über die Dolomite der Lahngegenden und das mit denselben in Verbindung stehende Vorkommen von Manganerzen; Karst. Arch. f. Min. etc., XVII, 1843, 265—303. — Grandjean, Die Dolomite und Braunstein-Lagerstätten im untern Lahn-Thale; N. Jahrb., 1844, 543—552. — Ludwig, Notizbl. d. Ver. f. Erdk. u. s. w. z. Darmstadt und des mittelrh. geol. Ver., No. 3, 1857, 19 ff., zitiert von Zerrenner. — Zerrenner, Die Braunstein- oder Manganerzbergbaue in Deutschland, Frankreich und Spanien, 1861, 13—54, Lit. — Riemann, Das Vorkommen, die Verbreitung und Gewinnung des Braunsteins im Kreise Wetzlar; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wesen, X, 1862, 1—12. — Hahn, Geognostische Beschreibung des Distriktes der Lindener Mark und ihrer nächsten Umgebung bei Gießen, mit besonderer Rücksicht auf das Vorkommen der Manganerze, sowie unter Aufzählung und Charakteristik sämmtlicher mit denselben auftretenden Mineralien; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XV, 1863, 249—280. — Volger, Über die Lagerungs-Verhältnisse und die Entwickelungs-Geschichte der Braun-

über Stringocephalenkalk vor, der dann ganz allgemein dolomitisiert ist. Die Oberfläche des Stringocephalenkalkes „bildet neben größeren und kleineren Ebenen mehr oder weniger ausgedehnte Rücken und Mulden, steile Kämme, Hörner und Zacken mit tiefen Schluchten, Einschnitten und Höhlungen. Über dieser Oberfläche, soweit sie nicht an das Tageslicht tritt, findet man nun Ablagerungen von manganhaltigen Brauneisensteinen, bisweilen auch von mehr oder weniger eisenarmen Manganerzen fast überall und namentlich da verbreitet, wo der Kalk in Dolomit übergeht oder ganz umgewandelt ist. Diese sehr unregelmäßigen Ablagerungen erscheinen je nach der Gestaltung der Oberfläche des Kalkes bald als größere oder kleinere Mulden, bald bedecken sie die Rücken des Kalkes und bilden so Sättel, bald bestehen sie aus ganz unregelmäßigen kleineren und größeren Nestern, stockartigen Massen und Säcken, welche die Schluchten und Höhlungen des Kalkes ausfüllen, bald sind sie nur im Letten zerstreute Nieren und Kratzen." (Riemann.)

Die Zahl der hierher gehörigen Vorkommnisse, mit denen die weiter unten zu besprechenden Phosphoritlagerstätten genetisch eng verwandt sind, ist eine außerordentlich große. Im nachstehenden seien nur einige erwähnt und im übrigen vor allem auf die zitierten Revierbeschreibungen verwiesen.

Ein sehr weit ausgedehntes Manganerzvorkommen liegt in geringer Entfernung südlich von Gießen; bisher findet nur in der dieser Stadt zunächst gelegenen **Lindener Mark** ausgiebiger Tagebau statt. In der Hauptsache bildet der massige, an der Oberfläche sehr unebene, von Schratten, Taschen und

---

steine oder Manganerze, insbesondere derjenigen des Lahn-Gebietes; Verh. d. deutsch. Hochstifts, 1860, 36—46; Ref. N. Jahrb., 1861, 336—337. — Kaysser, Beschreibung des Braunsteinvorkommens und Braunsteinbergbaues in der Lahngegend, im Grubenrevier Obertiefenbach des Bergmeistereibezirks Weilburg; bei Odernheimer, das Berg- u. Hüttenw. im Herzogtum Nassau, I, 1865, 205—239. — Stippler, Brauneisensteingruben im Bergmeisterei-Bezirk Diez; ebenda 270—278. — Ders., Beschreibung des Braunsteinvorkommens im Bergmeisterei-Bezirk Diez; ebenda 456—462. — Riemann, Beschreibung des Bergreviers Wetzlar, 1878, 30—31, 35—36. — Ders., Der Bergbau und Hüttenbetrieb der Lahn-, Dill- und benachbarten Reviere, II. Aufl., 1894, 24—25. — Wenckenbach, Beschreibung des Bergreviers Weilburg, 1879, 78—102. — Beyschlag, Das Manganeisenerzvorkommen der „Lindener Mark" bei Gießen in Oberhessen; Ztschr. f. pr. Geol., 1898, 94—96. — Delkeskamp, Die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten und ihre Entstehung durch Zersetzung des dolomitisierten Stringocephalenkalkes resp. Zechsteindolomits; ebenda 1901, 356—365, Lit. — Ders., Die technisch nutzbaren Mineralien und Gesteine des Taunus und seiner nächsten Umgebung; ebenda 1903, 265—276. — Ders., Die Bedeutung der Konzentrationsprozesse für die Lagerstättenlehre und Lithogenesis; ebenda 1904, 289—316. — Bellinger, Bemerkungen über das Mangan- und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal; ebenda 1903, 68—70. — Ders., Über die Entstehung der Mangan- und Eisenerzvorkommen bei Niedertiefenbach im Lahntal; ebenda 237—241. — Chelius, Eisen und Mangan im Großherzogtum Hessen und deren wirtschaftliche Bedeutung; ebenda 1904, 356—362. — Goebel, Geognosie und Genesis des Eisen- und Manganerz-Vorkommens in der „Lindener Mark" bei Gießen; Erzbergbau, 1905, 9—13, 40—43, 78—82, 108—111, 139—142.

Kesseln durchsetzte Stringocephalenkalk, der stellenweise von deutlich erkennbarem Tonschiefer (Cypridinenschiefer?) überlagert wird, die Unterlage des Erzes. Analysen des unveränderten Kalksteins ergeben einen Gehalt von 98,2 $CaCO_3$ und nur 0,3 $MgCO_3$ und je kaum 0,2% $MnCO_3$ und $FeCO_3$. Durch die oberflächliche Einwirkung der Eisen- und Manganlösungen ist der Kalkstein bis zu wechselnder, nach Goebel meistens 1 m nicht überschreitender Tiefe dolomitisiert, stellenweise in lockeren dolomitischen Sand aufgelöst und wohl auch durch Einwanderung von Eisen- und Manganoxyden gebräunt oder geschwärzt. Meistens unmittelbar über dem Kalkstein, nur durch eine schwache Lettenschicht von ihm getrennt, liegt mulmiges Manganeisenerz, darüber braune, mehr oder weniger mangan- und brauneisenerzhaltige Tone mit Lagen und Knollen dieser Erze. Teilweise sind die Tone lebhaft rot, gelb, lila oder violett und flammig-streifig durch die dunklen manganhaltigen Tone verteilt, dabei mitunter gefaltet, gebogen oder wie geknetet. Schmale Sandschnüre treten darin hin und wieder auf. Diese mehr oder weniger manganhaltigen, tonig-mulmigen Massen, von denen besonders die unmittelbar über dem Kalkstein liegenden das eigentliche reichste, hauptsächlich aus Wad bestehende Manganerz darstellen, gehen in bläuliche oder graue, plastische (? tertiäre) Tone („Kapselton“) über, die manganfrei sind, und darüber liegen Sande und Gerölle. Das Vorkommen des Manganerzes und des mit ihm vergesellschafteten Brauneisenerzes ist im übrigen ein recht mannigfaches. Mitunter liegen sie unmittelbar über unverändertem Kalkstein; bemerkenswert sind auch Kieselgerölle, die sich mit Ton stellenweise in den muldenförmigen Aushöhlungen der Kalksteinoberfläche finden.[1]) An Manganerzen sind zu erwähnen: Psilomelan, sehr schöne, nierige oder traubige Massen von Wad, sowie Manganit, an Eisenerzen Roteisenerz, Brauneisenstein, Glaskopf, Eisenocker. Manganspat bildet mitunter eine Kruste über dem Dolomit oder Einlagerungen im Ton. Die Erzknollen sind oft hohl und haben die Form von an Ort und Stelle entstandenen Geoden, die aus verschiedenen Manganoxyden und aus Brauneisenerz gebildet sein können. Schwerspat wird sehr selten in kleinen Kristallen angetroffen. Zu erwähnen sind auch Pseudomorphosen von Wad und Pyrolusit nach Kalkspat- und Dolomitkristallen in Klüften des Kalksteins. Die Mächtigkeit des Manganmulmes beträgt durchschnittlich 8 m, erreicht indessen stellenweise auch über 20 m. Im Mulm und Ton kommen Knötchen und kleine Knollen von Psilomelan vor.

Unbedeutendere hessische Manganbergbaue waren solche bei Griedel, die ehedem jährlich 40000 Zentner Erz ergaben, zu Hochweisel bei Nauheim, bei Köppern und nördlich davon bei **Oberrosbach**[2]) zwischen Homburg v. d. H. und Friedberg. Bei Oberrosbach wird unterirdischer Bergbau getrieben, der

---

[1]) Ob man solche Einlagerungen von Sanden, Geröllen und Kiesbrocken für gleichzeitig mit dem Absatze der Tone halten darf oder ob sie, wie das durchaus möglich ist, erst in viel später ausgewaschene Vertiefungen eingespült wurden, kann nur durch sorgfältige Verfolgung der wechselnden Aufschlüsse beurteilt werden. Ich selbst bin an Ort und Stelle zu keinem abschließenden Urteil gekommen. Bergeat.

[2]) Chelius, Geologischer Führer durch den Vogelsberg, 60—61.

u. a. ein mehrere Meter mächtiges Manganerzlager in den über dem Stringocephalenkalk (mit Pentamerus rhenanus)[1]) abgelagerten Sanden zum Gegenstand hat. In noch jüngeren, sandigen Ablagerungen kommen bei Oberrosbach Gerölle dieser Manganerze vor. Die zuletzt bei Oberrosbach gewonnenen Erze enthielten nach Delkeskamp 25—26 % Mn und ebensoviel Eisen. Im sogen. Kalkschacht zeigte sich eine ausgezeichnete Umwandlung des Kalkes in Manganeisenerz, das schalenförmig Dolomitsand und dolomitischen Kalkstein umschließt.

Weiterhin gehören in diese Gruppe von metasomatischen Lagerstätten die Eisenerzvorkommnisse im **Biebertal,**[2]) NW. von Gießen, wo die Grube Eleonore wegen des Vorkommens von Eisenphosphaten, Kakoxen, Strengit und Eleonorit ein mineralogisches Interesse besitzt. Das Eisenerzlager ist dort 0,2—22 m mächtig, das Erz führt auf Eleonore 27 % Mn und 26 % Fe. Ähnlich ist auch das Vorkommen von Waldgirmes bei Wetzlar, wo übrigens viel Phosphorit auftrat. Von den sehr zahlreichen übrigen ähnlichen Lagerstätten seien nur noch einige an der unteren Lahn genannt, die Bellinger genauer beschrieben hat. Bei **Niedertiefenbach,** Heckholzhausen, Schupbach, Dehrn und Hadamar in der Umgebung von Limburg a. d. Lahn in Nassau, nahe den dortigen Vorkommnissen des Phosphorits, werden Eisen- und Manganerze in Teufen von 10 bis 50 m unter Löß-, Kies- und z. T. auch unter den sehr stark verwitterten, oft in plastische Tone umgewandelten Schalsteinen abgebaut. Das Liegende dieser Lagerstätten ist auch hier regelmäßig der Stringocephalenkalk, über dem sich die Lager im Tone derart wiederholen können, daß in der Regel das obere eisen-, das untere manganreicher ist. Nach Bellingers Beschreibung und Profilen scheint es zweifellos zu sein, daß hier der Mangangehalt unmittelbar aus dem zersetzten Schalstein stammt und durch fortdauernde Wanderung gegen den Kalkstein hin eine Konzentration erfuhr. Auch dort, wo durch diluviale, die Lagerstätten bedeckende Geschiebeablagerungen bis auf den letzteren herab entfernt wurden, hat sich unter dem Alluvium abermals eine Tonschicht gebildet, was darauf hinweist, daß seitdem die Auslaugung und Dolomitisierung des Kalksteins fortgedauert hat und keine ausschließliche Begleiterscheinung des Manganabsatzes ist.

Die vielen Manganerzlager zwischen Bingerbrück a. d. Nahe und Stromberg am **Hunsrück** sind nach Buchrucker[3]) teilweise unmittelbar an einen Stringocephalenkalkzug im devonischen Quarzit und Tonschiefer gebunden. So tritt bei Bingerbrück selbst eine solche Lagerstätte von Manganerzmulm zwischen dem sehr stark gebleichten Schiefer und dem Kalkstein, eine andere von 6—10 m Mächtigkeit diskordant über den Schichtköpfen des letzteren auf. Das seit 1884 bekannte Vorkommen der Grube Amalienhöhe bei Waldalgesheim

---

[1]) Lotz, Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1902, 101—102.

[2]) Trapp, XIV. Ber. Oberh. Ges. f. Natur- und Heilk., 1873, zitiert von Streng, N. Jahrb., 1876, 854—855. — Streng, Über Pflanzenreste im Eisensteinslager von Bieber bei Gießen; XVIII. Ber. Oberh. Ges., 1880. — Siehe dazu: Ders., Über die Einschlüsse von Pflanzenresten in dem Eisensteinslager am Dünstberge bei Gießen; N. Jahrb., 1880, II, 83—88. — Koch, Mitteilung über das im Herbste 1879 auf der Grube Eleonore aufgeschlossene Vorkommen von Pflanzenresten; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. f. 1880, 267—274.

[3]) Das Manganerzvorkommen zwischen Bingerbrück und Stromberg am Hunsrück; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. f. 1895, 3—9. — Delkeskamp, Die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten und ihre Entstehung durch Zersetzung des dolomitisierten Stringocephalenkalkes resp. Zechsteindolomits; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 356—365. — Ders., Die technisch nutzbaren Mineralien und Gesteine des Taunus; Ztschr. f. pr. Geol., 1903. bes. 269—270. — Brief von Ing. Raab an Bergeat.



besteht aus einem tonigen Mangan-Brauneisenerzmulm mit sehr wechselnden Gehalten an Mangan und Eisen, so daß das reichste Erz 18—22 %, das ärmste 5—8 % von ersterem und 35—40 % von letzterem enthält. Diese tonig-mulmigen, mehrere Meter mächtigen Massen liegen hier unmittelbar in Vertiefungen des stark zersetzten, gelblich- oder rötlich-weißen Tonschiefers unter einer einige Meter mächtigen Bedeckung tertiärer Sandsteine, Gerölle und Tone. Das Vorkommen ist ein sehr ergiebiges; ein Lager wurde bis zu 115 m Teufe abgebaut, in einem anderen, jetzt in Abbau begriffenen, hat man bei 90 m Tiefe das Nebengestein noch nicht erreicht. Die verhauenen Berge- und Erzmittel ergeben durchschnittlich 2,4—2,7 t reines Erz pro cbm. In dem benachbarten Betriebspunkt Weiler-West ist der Stringocephalenkalk bekannt. Eine andere Grube, wo die in tertiären Ablagerungen abgebauten Erze offenbar an die Stelle des gänzlich zerstörten Stringocephalenkalkes getreten sind, ist die Concordia bei Seibersbach, wo schon vor 40 Jahren die Manganerzgewinnung begann. Delkeskamp hat die in den tertiären Tonen vorkommenden Schwerspatknollen beschrieben.[1])

* Was die Entstehung der hessisch-rheinländischen Manganeisenmulmlager angeht, so steht zunächst soviel fest, daß sie so regelmäßig an den Stringocephalenkalk oder dessen Nähe gebunden sind, daß man eine Beziehung zwischen jenen und diesem annehmen muß. Delkeskamp hat es mit Chelius für möglich gehalten, daß der unmittelbar über den Kalken liegende eisen- und manganhaltige dunkle Mulm und Ton den Verwitterungsrückstand der letzteren darstelle, in welchem durch sekundäre Konzentration der gleichfalls auf die ursprüngliche Zusammensetzung des Gesteins zurückzuführende Erzgehalt sich angereichert habe und abbauwürdig geworden sei. Von Ludwig rührt die jetzt verbreitetste Anschauung her, daß der den Dolomit bedeckende Ton als Schlamm, das Mangan aber als Lösung von Manganoxydulbikarbonat zugeführt und letzteres zunächst durch den Dolomit als Karbonat niedergeschlagen, später in die Oxyde verwandelt worden sei. Die Ansicht, daß die Dolomite infolge Auslaugung von $CaCO_3$ aus magnesiahaltigem Kalkstein hervorgegangen seien, wurde schon von Grandjean vertreten. Zerrenner hat die Manganerzlager der Lindener Mark für echte, mechanisch zusammengeschwemmte Erzseifen gehalten, eine Anschauung, die neuerdings wieder von Goebel ausgesprochen wird, der außerdem sekundären chemischen Umlagerungen eine große Bedeutung zugesteht. Die Frage nach dem primären Vorkommen dieser Manganerze bleibt dabei offen.

Bei einem Überblick über die im einzelnen nicht ganz gleich gearteten Vorkommnisse ergibt sich mit größter Wahrscheinlichkeit einerseits, daß der Mangangehalt dieser Lagerstätten den in der Tertiärzeit chemisch und mechanisch aufbereiteten Tonschiefern und Schalsteinen, vielleicht auch den Diabasen des umliegenden Paläozoikums, besonders des Devons, entstammt und andererseits, daß die mehr oder weniger unmittelbare Nachbarschaft des Stringocephalenkalkes für die Ausfällung und Konzentrierung desselben von Bedeutung gewesen ist. Wegen der Herkunft des Mangans kann an die Manganführung der Kulmschiefer jener Gegenden erinnert werden, die bei deren Verwitterung sogar die Bildung metathetisch angereicherter Lagerstätten veranlassen kann (s. S. 250). Es scheint, als ob die Tone nur zum geringen Teile als Zersetzungsprodukt des liegenden Kalksteins in situ zu betrachten und dann teilweise noch in jüngster Zeit entstanden wären. Im übrigen sind sie, wie das Bellinger für die Gegend von Niedertiefenbach schildert, an Ort und Stelle hochgradig veränderte Schiefer oder über der zernagten Oberfläche des Kalksteins zusammengeschwemmte Massen. Wo die Erzlager zwischen dem anstehenden, zersetzten Schalstein oder Tonschiefer

[1]) Schwerspatvorkommnisse in der Wetterau und Rheinhessen und ihre Entstehung, zumal in den Manganerzlagerstätten; Notizblatt der großherz. hess. geol. Landesanst. (4), 21. Heft, 1900.

und dem Kalksteine auftreten, ergibt sich, daß sie aus den ersteren durch Lateralsekretion gelöst, gegen den letzteren zu gewandert und in seiner Nähe oder in seiner unmittelbaren Berührung ausgefällt worden sind. Alles deutet dann darauf hin, daß Eisen und Mangan nur dem zersetzten Nebengestein entstammen können. Soweit man die Tone als nach kurzem Transport verlagerte und aufgeschwemmte Sedimente betrachten darf, wird man wohl auch annehmen dürfen, daß ihre Zersetzung wenigstens zum großen Teile erst auf ihrer neuen Lagerstätte unter ähnlichen Bedingungen vor sich ging, wie diejenige des anstehenden Muttergesteins und es ist nicht notwendig, daß die den Tonabsatz bewirkenden Wässer auch zugleich Manganlösungen waren. Für die spätere ungleichmäßige Auslaugung der Tone und für eine Wanderung des in ihnen ursprünglich enthaltenen Eisen- und Mangangehaltes spricht ihre Bleichung und buntflammige Bänderung, welch letztere unter dieser Annahme nicht dadurch entstanden ist, daß eine Wechsellagerung ursprünglich verschieden gefärbter Tonschlämme statthatte. Macht man weiterhin die nicht unwahrscheinliche Annahme, daß die Zersetzung des Tonschlammes bald nach seiner Ablagerung über dem Kalke und in noch weichem, für Diffusionen geeignetem Material stattgefunden habe, dann erklärt sich die Möglichkeit der Bildung von Geoden und Konkretionen in ihm und das Auftreten von echten gleichzeitigen Manganerzlagern in dem darüberliegenden Sande. Denn aus den sich zersetzenden Schlämmen können sich Eisen- und Manganlösungen durch die Sande verbreitet haben und dort in einer der Entstehung der Sumpf- und Raseneisenerze analogen Weise zu Erzmassen abgeschieden worden sein (s. S. 263). Die Entstehung hohler Geoden dürfte in ihren ersten Anfängen mindestens teilweise auf die Weglaugung ehemaliger Einschlüsse zurückzuführen sein. Einer Erörterung bedarf noch die Bedeutung des Kalksteines für die Ausfällung des Eisen- und Manganerzes. Daß die unmittelbare Berührung der Metalllösungen mit dem festen Kalksteine unter Auflösung von $CaCO_3$ und Dolomitisierung desselben zu einer Metasomatose führte, ergibt sich aus der stellenweisen Vererzung und nachweisbaren Verdrängung des Kalkes selbst. Sobald diese bis in eine geringe Tiefe vorgeschritten war, hätte die Erzausscheidung aufhören müssen, wenn nicht das gelöste Kalkbikarbonat auf die Metalllösungen dieselbe ausfällende Wirkung ausübte. Wenn auch die Einzelheiten des Vorganges verwickelte sein mögen, so steht doch wohl soviel fest, daß auch gelöstes Kalkbikarbonat als ausfällendes Agens bei dem Vorgange beteiligt war. Es ist deshalb wahrscheinlich, daß auch andere Lösungen als etwa nur $Fe(HCO_3)_2$ und $Mn(HCO_3)_2$, z. B. solche in Pflanzensäuren (Huminsubstanzen), zugegen waren, die mit gelöstem $CaCO_3$ in Wechselwirkung treten konnten und die unlöslichen Ausgangsprodukte für die Entstehung der Eisen- und Manganoxyde lieferten. Gegen die Anwesenheit von Sulfaten spricht der Mangel an Gips. Möglicherweise haben auch kalkigschlammige Einlagerungen im Tone selbst zur Ausfällung zirkulierender Eisen- und Mangansalze beigetragen. Einstweilen fehlen systematisch durchgeführte chemische Untersuchungen über die Entstehungsweise dieser Lagerstätten. Ihre nahe Verwandtschaft mit den nassauischen Phosphoritlagern dürfte dabei nicht übersehen werden; aus der Analogie mit allen übrigen aufgelagerten Phosphoritlagerstätten wird man schließen dürfen, daß diese unter Zutun organischer Stoffe entstanden sind. Klimatische und biologische Faktoren könnten eine ähnliche Rolle gespielt haben, wie sie heute die chemische Aufbereitung der Erdoberfläche in warmen Zonen beeinflussen. Daß das Eisenerz im allgemeinen in den oberen, das Manganerz in den unteren Teilen der tonigen Mulme vorwaltet oder seine Hauptverbreitung besitzt, hat schon Hahn damit zu erklären versucht, daß das Eisenoxydulkarbonat durch Oxydation sehr viel rascher aus seinen Lösungen ausgefällt wird als das entsprechende Mangansalz, dieses also länger gegen den Kalk hin zu wandern vermöge. *

Im Bergrevier Deutz sind solche aufgelagerte, hier manganarme Brauneisenerze auf der Grube Luther zwischen Miebach und Spitze am östlichen Ende der Gladbacher Stringocephalenkalkmulde abgebaut worden.[1]) Sie treten über den Schichtköpfen des Kalksteins in unregelmäßigen trichter- und kesselartigen Vertiefungen auf und werden bis zu 22 m mächtig; sie sind von weißen und gelben tertiären Sanden und stellenweise von Quarzgeröllen bedeckt und von dem teilweise dolomitisierten Kalke selbst durch eine Lettenschicht getrennt.

In Nassau begann der Manganerzbergbau in kleinem Maßstabe schon Mitte des XVIII. Jahrhunderts, bei Gießen um 1840, während im Kreise Wetzlar erst um 1855 solche Erze gewonnen wurden. Sie wurden zur Chlordarstellung und in Glasfabriken und Töpfereien verwendet. Erst seit 1862 begann man auch die manganhaltigen Brauneisensteine zu gewinnen, und zugleich ging der eigentliche Manganerzbergbau wegen der ausländischen Konkurrenz sehr zurück. Neuerdings haben die Erze der Lindener Mark eine große Wichtigkeit für die Verhüttung der lothringisch-luxemburgischen, fast manganfreien Minetten erlangt. In Oberhessen wurden im Jahre 1903 rund 131 000 t Manganerz gewonnen; in Nassau ist gegenwärtig die Manganerzproduktion nur sehr untergeordnet, dagegen belief sie sich im Jahre 1904 in den Gruben bei Bingerbrück und Waldalgesheim auf über 50 000 t im Werte von mehr als 500 000 Mark. Jm Kreise Weilburg gewinnt man gegenwärtig geringe Mengen aus den alten Aufbereitungsrückständen.

Nach Mrazec und Duparc[2]) scheinen die Brauneisenerzlagerstätten von Kisel und **Artemiewka** im Gouvernement Perm (Ural) große Ähnlichkeit mit denen an der Lahn zu besitzen. Bei Artemiewka bildet unterer Kohlenkalk den Kern einer 12 km langen Antiklinale, deren Flügel flözführende Sandsteine des Unterkarbons sind. Das fast ganz manganfreie, in den oberen Lagen konkretionäre, zellige oder erdige, unmittelbar über dem Kalkstein dichtere Brauneisenerz enthält mitunter Eisenkiesknollen und bildet, durchlagert mit Ton und überlagert von solchem in der reichsten, 7 km langen Zone des Vorkommens eine Reihe von Linsen, Nestern oder auch Lagern; die Erzkörper sind im Durchschnitte 40 m, mitunter aber auch 200 m breit und meistens 1—16 m mächtig; ihre Lagerung ist seltener horizontal, meist infolge jüngerer Störungen eine geneigte oder steile. Der Eisengehalt beträgt im Mittel 51 bis 52 %, der Phosphor- und Schwefelgehalt sind gering. Siderit ist nie gefunden worden. Diese Erze treten nur ganz untergeordnet über nicht kalkhaltigen Gesteinen auf, sind vielmehr fast immer an Kalksteine gebunden, durch welche in oberflächlich zirkulierenden Lösungen enthaltenes Eisen festgehalten wurde. Die begleitenden Tone sind teils aufgeschwemmt, teils ein Verwitterungsrückstand des Kalksteins.

Der Eisensteinbergbau von Kisel und Artemiewka datiert aus dem Jahre 1786; bis jetzt sollen ungefähr $1^1/_2$ Mill. t Erze gefördert worden sein. Von den zahlreichen Gruben arbeiten nur mehr zwei. Andere Vorkommnisse dieser Art hat auch Futterer erwähnt.[3])

---

[1]) Buff, Beschreibung des Bergreviers Deutz, 1882, 28.

[2]) Über die Brauneisensteinlagerstätten des Bergrevieres von Kisel im Ural (Kreis Solikamsk des permischen Gouvernements); Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LI, 1903.

[3]) Beiträge zur Geologie des Süd-Ural; Ztschr. für pr. Geol., 1897, 193—201, Lit.

Die schon von den Römern verarbeiteten Brauneisensteine von **Forest of Dean,** nördlich von Bristol und in Südwales,[1]) bilden mehr oder weniger nahe der Oberfläche und der Auflagerungsfläche des Millstone grit oder der Schiefer des produktiven Karbons Ausfüllungen von Höhlen im Kohlenkalk oder Butzen und Nester längs der Schichtflächen desselben, oder sie erfüllen die Austiefungen der Kalksteinoberfläche unter dem Oberflächenschutt. Das Eisenerz im Forest of Dean ist meistens erdig-pulverig oder sandig, teilweise auch ein harter, zelliger und stalaktitischer Limonit, der in den Drusen Kristalle von Quarz und Kalkspat enthalten kann. Der Mangangehalt ist niedrig. Eine solche Lagerstätte war über 300 m lang, 11—13 m hoch und breit. Für die Entstehung dieser Eisenerzlagerstätten infolge allmählicher Verdrängung des Kalksteins durch eisenhaltige Lösungen spricht nach Kendall die Tatsache, daß sie sich, wie die Roteisensteine von Cumberland und Furneß, teilweise unmittelbar unter dem hangenden Sandstein und Schiefer finden, der in seiner Lagerung nicht gestört und nicht niedergebrochen ist, wie es der Fall sein müßte bei einer Ausfüllung vorher gebildeter Höhlen. Da sie offenbar an die Nähe der Oberfläche gebunden sind, so wird man vielleicht ihre Entstehung auf von obenher einsickernde Lösungen zurückführen müssen. Auf der Westbury Brook Mine wurden die Eisenerze bis zur seigeren Teufe von etwa 150 m abgebaut, wo sie verarmten.

Daß oberflächlich zirkulierende Eisenlösungen nicht nur Kalkstein, sondern auch Quarzite zu verdrängen und in Eisenerze umzuwandeln vermögen, hat Hayes[2]) bezüglich der Entstehung eines Teiles der im übrigen meistens eluvialen Eisensteine von Cartersville in Georgia angenommen.

2. Aufgelagerte metasomatische Phosphoritlagerstätten.

Die Phosphorsäure der in irgend einer Weise durch Zutun von Kalksteinen metasomatisch gebildeten Phosphorite ist mindestens in den meisten Fällen organischer Herkunft und für viele Vorkommnisse gilt diesbezüglich das S. 442 bis 444 Gesagte. Wie viele oder vielleicht alle schichtigen Phosphorite, zu denen die engsten Beziehungen zu bemerken sind, so bestehen sie scheinbar stets aus Fluorapatit und sind nachgewiesenermaßen oft auch jodhaltig. Über die Phosphatisierung von Kalkstein durch die Verwesung tierischer Exkremente usw. konnte Gautier[3]) in den Höhlen des Dep. Hérault, besonders in der Minervahöhle, Beobachtungen und Untersuchungen anstellen. Die Decke und Wände dieser letzteren bestehen aus Nummulitenkalk, ihr Boden aus kieseligem Devonkalk; er ist bedeckt mit einem feinen sandigen Ton, der u. a. Knochen von

[1]) Kendall, The iron ores of Great Britain and Ireland, 1893, 127—136, 286, 325—336.

[2]) Trans. Am. Inst. Min. Eng., 1901.

[3]) Sur des phosphates en roche d'origine animale et sur un nouveau type de phosphorites; Compt. rend., CXVI, 1893, 928—933, 1022—1028. — Ders., Sur quelques phosphates naturels rares ou nouveaux: brushite, minervite; ebenda 1171—1177. — Ders., Sur la genèse des phosphates naturels, et en particulier de ceux qui ont emprunté leur phosphore aux êtres organisés; ebenda 1271—1276. — Ders., Formation des phosphates naturels d'alumine et de fer. — Phénomènes de la fossilisation; ebenda 1491—1496. Ref. über die vier Arbeiten N. Jahrb., 1894, II, —27—28—. — Ders., Sur le gisement de phosphates de chaux et d'alumine contenant des espèces rares ou nouvelles et sur la genèse des phosphates et nitres naturels; Ann. d. min. (9), V, 1894, 1—53; Ref. N. Jahrb., 1895, II, —276—279—.

diluvialen und rezenten Säugetieren und reichliche Exkremente der noch jetzt die Höhle bewohnenden Fledermäuse enthält. Die von der Decke herabgestürzten, im Ton eingebetteten Kalkblöcke sind ganz oder teilweise in Metabrushit ($2 CaHPO_4 . 3 H_2O$) umgewandelt, Minervit ($Al_2P_2O_8 . 7 H_2O$) bildet eine weiße, erdige, kaolinartige Masse in dem Ton, wozu noch in größeren Mengen $Ca_3(PO_4)_2$ kam. Alle Phosphate enthielten mehr oder weniger $CaFl_2$. Gautier hat experimentell die Entstehung des Metabrushits als Ergebnis der nachstehenden Reaktion erwiesen:

$$CaCO_3 + H(NH_4)_2PO_4 = CaHPO_4 + (NH_4)_2CO_3.$$

In ähnlicher Weise bildete sich auch der Minervit aus gefälltem Tonerdehydrat.

Die im folgenden behandelten Phosphatlagerstätten sind nicht gleichartig, die Zugehörigkeit einzelner zu dieser Gruppe nicht völlig sicher, die Entstehung mehrerer nur ungenügend bekannt. Die Phosphoritlagerstätten der atlantischen Küstengebiete der Vereinigten Staaten hätten teilweise auch unter den Seifen behandelt werden können.

Die Phosphatlagerstätten des **Lahngebietes**[1]) sind in der Hauptsache an die beiden, vielfach unterbrochenen Hauptzüge von Stringocephalenkalk gebunden, die mit südwestlicher Richtung das von devonischen und subkarbonischen Ablagerungen gebildete, von Tertiärschichten erfüllte und vom Oberlauf der Lahn durchströmte Becken zwischen dem Westerwald und dem Taunus durchstreichen. Auf dem südlichen Zuge liegen die Vorkommnisse von Katzenelnbogen, Allendorf, Oberneisen, Netzbach, Gräveneck, Weinbach usw., auf dem nördlichen die bei Birlenbach, Diez, Staffel, Dehrn, Ahlbach, Schupbach, Heckholzhausen, Tiefenbach, sämtlich in der Gegend von Diez, Limburg, Vilmar und

[1]) Stein, Über das Vorkommen von phosphorsaurem Kalk in der Lahn- und Dillgegend mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens bei Staffel, Amts Limburg; Jahrb. nass. Ver. f. Naturk., XIX—XX, 1864—1866, 41—86. — Ders., N. Jahrb., 1886, 803—804. — Ders., Über das Vorkommen von phosphorsaurem Kalk in der Lahn- und Dillgegend; Beil. z. Bd. XVI d. Ztschr. f. Berg-, Hütt. u. Sal.-Wes., 1868. — Ders., Phosphoritpseudomorphosen nach Kalkspatkrystallen; N. Jahrb., 1867, 701—702. — Ders., Bemerkungen zu Dr. B. Kosmanns Aufsatz über den Apatit von Offheim und den Kalkwavellit von Dehrn und Ahlbach; Jahrb. d. nass. Ver. f. Naturk., XXI—XXII, 1867—1868, 469—475. — Petersen, Über die Beziehung des Diabases zu den in der Lahn- und Dillgegend vorkommenden Eisenerzen, Manganerzen, Staffeliten und zu den daselbst auftretenden dolomitischen Kalken und Dolomiten; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1869, 236—239. — Grüneberg, Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 1867, 44—45. — Kosmann, Vorkommen und Ausbildung des Phosphorits; Verh. Naturh. Ver. Rheinl. u. Westph., 1868, Korr.-Bl., 73—79. — Heymann, Petrefakten in den Phosphoritlagerstätten bei Allendorf und Mudershausen; Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 1869, 222—224. — Loretz, Der nassauische Phosphorit, sein Vorkommen, seine Gewinnung und Verwertung; Berggeist, XIII, 1868, 377—378, 388—390, 399—405. — Horstig, Über das Phosphoritvorkommen an der Lahn; Wochenschr. d. Ver. deutsch. Ingen., 1883, No. 25. — Moritz, Die neueren Phosphoritvorkommen im Oberlahnkreis; Erl. Inaug.-Diss., 1895.

Weilburg. Weiter nördlich schließen sich daran die Lagerstätten von Waldgirmes und Königsberg bei Wetzlar.

Der Lahnphosphorit besitzt eine ungemein wechselnde Struktur und Farbe. Er ist seltener faserig, meistens bald dicht, bald erdig, schwammig, zellig, brecciös, z. T. jaspisähnlich, dann auch gebändert und zeigt oft die Form von Knollen oder Bohnerz. Er umschließt mitunter Brocken von Kalk, Dolomit und Schalstein, auch Pyrolusit und Brauneisenstein und hat manchmal ein schieferig-plattiges Aussehen, das Moritz mit dem des lithographischen Schiefers vergleicht. Daß er wenigstens großenteils unter Verdrängung des Kalksteins entstanden ist, ergibt sich daraus, daß z. B. zu Katzenelnbogen in Phosphorit umgewandelte Steinkerne besonders von Korallen angetroffen werden und daß das Mineral Pseudomorphosen nach Kalkspatkristallen bildet. Recht häufig sind die Phosphoritknollen von einem nieren- oder traubenförmigen oder stalaktischen, mitunter in verschiedenen grünen Tönen gefärbten, durchsichtigen Kalkphosphat überkrustet, das außerdem Wasser, kohlensauren Kalk, Jod und Spuren von Chrom enthält und von Sandberger und Stein als ein besonderes Mineral betrachtet und von letzterem Staffelit genannt wurde, während Fresenius den Staffelit für ein Umwandlungsprodukt, Kosmann für einen verunreinigten Apatit hielt.

Von den zahlreichen bis jetzt veröffentlichten Analysen des Lahnphosphorits seien nachstehend zwei von Fresenius (I. Durchschnitt mehrerer Proben von Staffel) und von Moritz (II. Grube Marcus bei Merenberg) herrührende wiedergegeben:

	I.	II.
CaO	47,31	43,90
MgO	0,12	1,80
K_2O	0,66	Spuren
Na_2O	0,52	Spuren
Fe_2O_3	3,77	2,47
Al_2O_3	1,67	5,16
P_2O_5	33,84	35,20
CO_2	2,75	2,20
SiO_2	5,04	3,30
Fl	2,12	3,45
H_2O	2,74	1,60
	100,54	99,08

Die Lahnphosphorite sind demnach Fluorapatite.

Der Phosphorit ist fast ausschließlich an die unebene Oberfläche des mehr oder weniger dolomitisierten Stringocephalenkalkes und besonders an die ihn durchsetzenden Schlotten und Mulden gebunden, in ähnlicher Weise wie die Braunsteine und Eisenerze häufig durch eine Tonlage von ihm getrennt, von Tonen bedeckt und nicht selten von jenen Erzen über- oder unterlagert oder so innig mit ihnen durchmengt, daß man ihn früher bei ihrer Gewinnung und Verhüttung wohl auch ganz übersehen hat. Ganz allgemein entfernen sich

die Lagerstätten niemals weit von Stringocephalenkalk. Seltener tritt das Mineral in Berührung mit Cypridinen- oder Kieselschiefer auf.

Stein hat die über dem Kalkstein liegenden Tone, die selbst des öfteren Platten und Nester von Phosphorit enthalten, als zersetzten Schalstein bezeichnet, dessen Struktur sich noch oft deutlich erkennen lasse. Tatsächlich bildet auch unzersetzter Schalstein teilweise das Liegende des Minerals. Die Mächtigkeit der Phosphoritmassen erreichte mehrere Meter, ihre Ausdehnung in der Breite 200 m; das Vorkommen von Dehrn wurde über eine Fläche von etwa 20000 qm abgebaut. In den Distrikten Fußhohl, Weißenstein und Brachwieschen bei Staffel, wo einer der ersten und größten Betriebe umging, folgte das im reicheren westlichen Teile bis zu 2 m, im Durchschnitte 1,2 m mächtige Lager allen Unebenheiten des in den obersten Partien zu dolomitischen Sand veränderten Kalksteins; stellenweise war es von Braunstein unterlagert. An einer Stelle wurde der Phosphorit sogar 6 m mächtig. Das ganze Vorkommen war ein nesterartiges, die Phosphoritnester waren indessen sehr ausgedehnt und nur durch kurze taube Zwischenmittel voneinander getrennt. Am Dexertgraben bei Staffel fand sich ungefähr 2 m mächtiger Phosphorit zwischen grünem, unter 57° einfallendem Schalstein im Liegenden und Kalkstein im Hangenden. Nach unten keilte sich die Masse aus. Bei Katzenelnbogen liegt der 5,5 m mächtige Phosphorit zwischen verwittertem Felsitporphyr und dem dolomitischen Kalkstein, von welch letzterem er durch eine Lage von Ton und darunter von Brauneisenstein getrennt ist. Bei Obertiefenbach tritt der Phosphorit u. a. in einem basaltischen, von Sandberger als Palagonit bezeichneten Gesteine auf.

* Bezüglich der Entstehung der Phosphoritlagerstätten dürfte feststehen, daß ebenso wie bei der Bildung der gleichalterigen Braunstein- und Brauneisenerzlager die Nachbarschaft des Kalkes die Ansiedelung des Minerals bedingt hat und teilweise der erstere durch letzteres geradezu verdrängt worden ist. Die Herkunft des Phosphorits wird seit Petersen wohl allgemein auf den Phosphorgehalt des mehr oder weniger verwitterten Schalsteins zurückgeführt. Dieser Auffassung steht aber das Mißverhältnis zwischen dem meistens nicht sehr hohen Phosphatgehalt des verwitterten Gesteins und der mitunter mehrere Meter betragenden Mächtigkeit der hochprozentigen Phosphoritlager entgegen. Die Hypothese erklärt auch nicht, warum gerade hier auch nur stellenweise die Nachbarschaft des zersetzten Schalsteins phosphatisierend auf den Kalkstein eingewirkt haben soll, während manche Eisen-Manganerzlager dieser Gegenden nur verhältnismäßig schwach phosphathaltig sind und anderswo, wie im Harz, auch eine intensive Zerwitterung des Schalsteins weder den Kalkstein, noch die begleitenden verwitterten Roteisensteine erheblich mit Phosphat anzureichern vermag. Die Annahme, daß die Phosphorsäure der Lahnphosphorite ebenso wie die fast aller oft so reichen Phosphatlagerstätten der Erde von verwesenden Tierresten herrühre, ist jedenfalls ebenso der Prüfung wert, wie die klimatischen und chemisch-physikalischen Verhältnisse, unter denen sich die genetisch verwandten Manganeisenerzlagersätten des Lahngebietes bildeten. *

Der Lahnphosphorit ist zuerst durch Sandberger auf einer Braunsteingrube bei Diez erkannt und dann 1857 auf einer Eisensteingrube zu Staffel in größerer Masse entdeckt worden. Früher hatte man ihn wohl als Bergeversatz oder zur Straßenbeschotterung benutzt. Seine technische Verwertung begann 1864 zu Staffel, worauf besonders seit den Jahren 1866—1867 auf sehr zahlreichen Gruben eine lebhafte Produktion statthatte. Die wichtigsten Betriebe lagen bei Staffel, Dehrn, Ahlbach und Obertiefenbach. Schon im Jahre 1869 betrug die

Förderung im Unter- und Oberlahnkreis 33 400 t im Werte von $^1/_2$ Mill. Mark, ihren Höhepunkt erreichte sie 1884 mit fast 54 000 t im Werte von $1^1/_2$ Mill. Mark. Die Konkurrenz ausländischer Phosphate und der Thomasschlacke hat diese blühende Industrie zum Erliegen gebracht. Im Jahre 1894 hat die Phosphoritproduktion Nassaus noch 2340 t betragen; fast die Hälfte fiel auf die Grube Edelsberg bei Weilburg, während Staffel nur noch 80 t lieferte.[1])

Außerhalb Nassaus findet sich nach v. Dechen[2]) Phosphorit zwischen Stringocephalenkalk und Schalstein am Bilstein bei Brilon in Westfalen. Nach Sandberger ist er gleichfalls jodhaltig.

Ein Phosphoritvorkommen, das dem im Lahntale ähnlich sein soll, beschreibt Hartmann[3]) vom Dorfe Aliseda, 29 km westlich von Cáceres in der **Estremadura,** wo im übrigen reiche Apatitgänge abgebaut worden sind (S. 936). Das Mineral bildet auf der Oberfläche eines devonischen, durch zahlreiche Spalten, Schlotten und Höhlen ausgefressenen Kalksteins unter dem Ackerboden bis zu metermächtige Krusten und erfüllt die Vertiefungen als lose Konkretionen oder in plastischen roten Tonen eingehüllte Bruchstücke. Manche Stücke enthalten Kerne von nicht umgewandeltem Kalkstein. In den 1870er Jahren sind diese Phosphorite abgebaut worden.

In **Nordfrankreich** und in **Belgien**[4]) führt die obere Kreide in verschiedenen Horizonten Phosphoritlager metasomatischer und eluvialer Entstehung.

[1]) Ztschr. f. pr. Geol., 1895, 205—206.

[2]) Corr.-Bl. Naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf., 1877, 117. — Sandberger, Weite Verbreitung des Jods in Phosphoriten usw.; N. Jahrb., 1887, I, 95.

[3]) Die Phosphoritdistrikte in Spanisch-Estremadura; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXVII, 1878, 141—142.

[4]) Petermann, Seconde note sur les gisements de phosphates en Belgique et particulièrement sur celui de Ciply; Mém. cour. publ. p. l'Ac. roy. des scienc. d. Belgique, XXVIII, 1878; zitiert von Fuchs und de Launay. — Cornet, On the upper cretaceous series and the phosphatic beds in the neighbourhood of Mons; Quart. Journ. Geol. Soc., XLII, 1886, 325—340. — Meunier, Sur le gîte phosphaté de Beauval, Somme; Compt. rend., CIII, 1886, 657; Ref. N. Jahrb., 1889, I, —99—. — Ders., Sur les conditions géologiques du gisement phosphaté de Beauval; ebenda CVI, 1888, 214; Ref. N. Jahrb., 1890, II, —86—. — Ders., Théorie des phosphorites sédimentaires; Ann. agron., XXIII, 1897, 5—47; Ref. N. Jahrb., 1898, II, —265—266—. — Gosselet, Leçons sur les gîtes de phosphate de chaux du Nord de la France; Ann. d. l. soc. géol. d. Nord d. l. France, XVI, 1889, 27. — Ders., Phosphates de chaux de Picardie; Guide des excurs. d. VIII. Congr. geol. intern. 1900, XVI, 11—20. Kurzer Auszug Ztschr. f. pr. Geol. 1899, 419—420. — Ladrière, Sur les dépôts phosphatés de Montay et de Forest, Nord; Compt. rend., CVII, 1888, 960; Ref. N. Jahrb., 1890, II, —86—. — Renard et Cornet, Notice sur la nature et l'origine des phosphates de chaux de la craie; Ann. Soc. géol. du Nord d. l. France, XIX, 1891, Nr. 1. — de Mercey, Sur la position géologique de la craie phosphatée en Picardie; Compt. rend., CV, 1887, 1083; Ref. N. Jahrb., 1889, I, —129—. — Ders., Sur des recherches pour l'exploitation de la craie phosphatée en Picardie; ebenda 1135; Ref. ebenda. — Ders., Remarques sur les gîtes de phosphate de chaux de la Picardie; Bull. soc. géol. d. France (3), XIX, 1891, 854—874; Ref. N. Jahrb., 1893, I, —277—. — de Lapparent, La formation de la craie phosphatée en Picardie; Revue gén. d. sciences pures et appliquées, 1891, Nr. 12; Ref. N. Jahrb., 1882, I, —367—. — Lasne, Sur les terrains phosphatés des environs de Doullens, étage sénonien et terrains superposés; Bull. soc. géol. d. l. France (3),

In Frankreich treten sie ganz besonders auf in den oberen Flußgebieten der Authie (bei Auxi-le-Château, Beauval, Doullens, Albert u. a.) und der Somme (bei Péronne, Roisel, Etaves usw.), also in den Grafschaften Artois und Picardie, südlich und südwestlich von Cambrai und Arras. Die Vorkommnisse sind nicht überall gleichartig und gleichalt; es sei hier eine ausführliche Beschreibung verschiedener Fundpunkte unterlassen und als ein Beispiel nur das Phosphatvorkommen der Picardie geschildert, im übrigen auf die sehr reiche Literatur verwiesen. Man unterscheidet zwei Arten des Phosphatvorkommens: die Phosphatkreide und den Phosphatsand. Letzterer ist aus ersterer hervorgegangen. In der Picardie gehört die Phosphatkreide zum Horizont der Belemnitella quadrata, in der Gegend von Cambrai liegt sie in den Schichten mit Micraster breviporus, bei Mons in Belgien im Danien (Cardiasterschichten) und in der Mucronatenkreide.

Die Phosphatkreidelagerstätten der Picardie sind nach Gosselet z. T. dadurch entstanden, daß während eines Stillstandes in der Ablagerung der weißen Kreide die Oberfläche der bisherigen Ablagerungen mit Micraster cor anguinum von phosphathaltigen Lösungen durchtränkt und dabei verhärtet und in reichen Phosphorit umgewandelt wurde; diese ältere Oberfläche wurde teilweise ausgelaugt und mit einem Firnis von Kalkphosphat überzogen, bevor neuerdings marine Ablagerungen stattfanden und auf dem alten Untergrunde sich Austern, Spondylus und Serpeln ansiedelten, die gleichfalls wieder von einer Phosphoritkruste überzogen werden konnten. Diesen phosphatisierten Untergrund durchlöcherten größere Bohrmuscheln usw., er wurde aufgelockert, großenteils zerstört und in eine Breccie oder ein Konglomerat umgewandelt. Die eigentliche craie phosphatée besteht aus linsenförmigen, an Phosphoritkörnern reichen Schichtenzonen über der weißen phosphatisierten Kreide, die in Becken von 100—3000 m Durchmesser mitunter in wiederholter Folge zur Ablagerung gekommen sein können. Sie liegt transgredierend über dem phosphatisierten Kalk. Über diesem ist sie am reichsten, ihr Reichtum ist aber auch im Streichen großen Änderungen unterworfen. Das an der Basis liegende Phosphoritkonglomerat ist von doppelter Herkunft und Beschaffenheit; der eine Teil der Gerölle ist abgerundet, ihre Oberfläche von einer braunen Phosphoritkruste überkleidet, von Serpel- und Austernschalen bedeckt und von Bohrlöchern durchsetzt und entstammt dem phosphatisierten Liegenden; andere Phosphoritgerölle sind ursprüngliche Konkretionen in der Kreide gewesen. Meistenteils ist die phosphatisierte Auflagerungsfläche wie gesagt zerstört und in die Konglomerate oder in eine Breccie umgewandelt. Diese letztere, samt der darüberliegenden an Phosphoritkörnern reiche, als die Phosphatkreide bezeichnete marine Ablagerung enthält Fischzähne, Belemnitella quadrata usw. (Fig. 204).

XVIII, 1891, livr. 6; XX, 1892, 211—236; XXII, 1894, 345; Ref. N. Jahrb., 1894, I, — 352 —; 1897, I, — 339 —. — Mitteilungen über die Phosphate des Departements der Somme; Leob. Jahrb., XXXVI, 1888, 218—225. — Goormagtich, Notes sur l'exploitation des phosphates de Saint-Symphorien et d'Havré; Rev. univ. d. min. etc., (4), V, 1904, I, 181—195. — Weitere Literaturangaben bei Fuchs et de Launay gîtes minéraux, I, 391—400.

Der Phosphoritsand ist eluvial und besteht aus Phosphoritkörnchen, die unter Wegfuhr des Kalkkarbonates aus der Phosphatkreide entstanden sind. Er ist längs der Wände von trichterförmigen, durch unterirdische Auslaugung entstandenen Vertiefungen in der Phosphatkreide, welche bis in die liegende weiße Kreide hinabreichen können, angehäuft und von jugendlichen Tonen, Feuersteinkonglomerat, Lehm und Sanden bedeckt. Zwischen dem Phosphatsand und der weißen Kreide kann als Auslaugungsrückstand eine dünne schwarze Tonschicht beobachtet werden. Diese Phosphatsand führenden Trichter werden bis zu 10 m tief und liegen mitunter sehr eng nebeneinander. Der Phosphorsäuregehalt der Sande beträgt 25—40 %. Sie waren in den ersten Zeiten der Gegenstand der Phosphatgewinnung in dieser Gegend und so hoch bewertet, daß man kein Bedenken trug, Häuser, Kirchen und Friedhöfe zu demolieren, die ihrem Abbau hinderlich waren (Fig. 205).

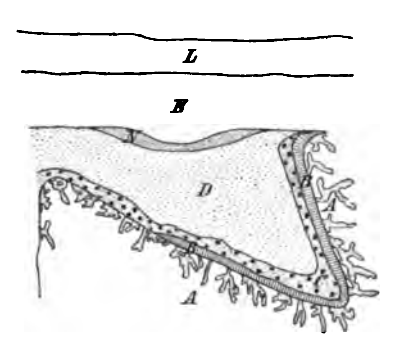


Fig. 204. Phosphorittagebau bei Etaves. *A* Liegende weiße Kreide mit großen Löchern von Bohrmuscheln. *B* Harter Kalk mit vielen kleinen Bohrlöchern, mehr oder weniger zerstört. *C* Konglomerat, gebildet von abgerollten Bruchstücken der harten Kalkbank und feineren Konkretionen von craie phosphatée; Haifischzähne, Austern und Belemnitella quadrata. *D* Braune Phosphatkreide; der Gehalt an Kalkphosphat nimmt von unten nach oben ab von 50 % bis zu 25 %. Die Schichten bilden eine tektonische Mulde. *N* Auflagerung von Phosphatsand. *E* Weiße Kreide mit etwas Phosphoritkörnchen, die aus dem Liegenden stammen. *L* Quartär. (Gosselet, 1900.)

Die Phosphoritgewinnung Belgiens und Nordfrankreichs hat, nachdem die Lagerstätten schon sehr erschöpft sind, nicht mehr die frühere Bedeutung. Die Produktion des Jahres 1903 betrug in den Departements Pas de Calais und Somme 101750 bezw. 192800 t. Die bekanntesten belgischen Phosphoritlagerstätten sind diejenigen von Ciply bei Mons, welche 1858 entdeckt und 1872 in Abbau genommen worden sind. Diese, sowie die reichen Lager von Cuesmes, Nouvelles, Spiennes, St. Symphorien und Havré sind jetzt ziemlich erschöpft; seit 1895 wird ein weiteres reiches Vorkommen zu Baudour bearbeitet. Im Jahre 1877 betrug die Förderung in Belgien noch 3850 t, um 1885 schon 100000 t und wird für 1902 zu 136000 t angegeben. Große Mengen eines nicht sehr reichen Phosphorits werden auch bei Lüttich gewonnen.

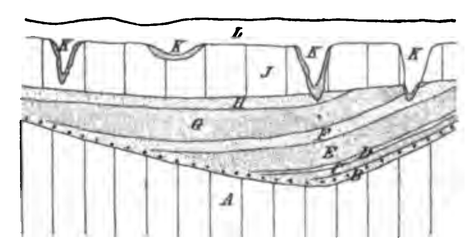


Fig. 205. Phosphorittagebau bei Enailler. *A* Harte weiße, an der Oberfläche durchlöcherte Kreide. *B* Konglomerat von kleinen Knollen von craie phosphatée mit einigen großen, „gefirnisten" Knollen (15 cm). *C—H* Verschiedene, bis zu 3,50 m mächtige Lagen von Phosphatkreide mit 13—40 % Kalkphosphat. *J* Obere weiße Kreide. *K* Taschen mit Phosphatsand. *L* Lehm und tertiäre Sande. (Gosselet, 1900.)

Die französisch-belgische Phosphatkreide ist zweifellos unter dem Zutun der verwesenden Kreidefauna entstanden; die ursprünglichen Lagerstätten waren wenigstens in der Hauptsache oberflächliche Auflagerungen, die sich nach Meunier u. a. durch Einwirkung von Ammoniumphosphat auf die weiße Kreide bildeten. Darauf folgte die Entstehung konkretionären Phosphorits, vielleicht gleichfalls unter Verdrängung von Kalk innerhalb der eigentlichen Phosphatkreideschichten, und endlich die Anreicherung des Sandes infolge unterirdisch wirkender chemischer Vorgänge, die den Kalk weglaugten und die Trichter und Taschen in der alten Kreideoberfläche erzeugten. Auch hier haben also verschiedene Prozesse an der Herausbildung und Anreicherung einer Lagerstätte teilgenommen.

Unsicher ist die systematische Zugehörigkeit der seit dem Jahre 1869 abgebauten, jahrelang sehr wichtigen Phosphoritvorkommnisse des **Quercy**[1]) in Südwestfrankreich. Die Lagerstätten finden sich über eine Fläche von 2000 qkm, welche Teile der Departements Lot, Tarn-et-Garonne und Lot-et-Garonne umfaßt, in der Gegend der Städtchen Caylus und Saint-Antonin. Die Gegend besteht aus dichten, z. T. etwas kristallinen Kalken des Oxford und des Bathonienooliths, die stellenweise von lakustrem Tertiär bedeckt sind und weite Plateaus („causses") bilden. Die Lagerstätten sind an steilniedersetzende, manchmal sehr enge Schläuche, an bis zu 60 m weite Trichter oder an vertikale, bis zu 40 m weite, 110 m tiefe und teilweise 600 m lange Spalten gebunden, oder sie bilden mehrere hundert Meter lange und 2—3 m mächtige Gänge oder ein Netzwerk von einigen Zentimeter starken Trümern im Kalkstein. In allen Fällen zeigen die Wände der Hohlräume Wirkungen der Korrosion, nie scharfe, sondern stets gerundete Kanten und Ecken. Stets finden sich reiche konkretionäre Phosphatlagen an den Wänden, in der Mitte der Lagerstätten aber tonige oder mergelige Massen und darin mitunter sehr umfangreiche Knollen und Nieren des Phosphats, sowie Phosphatsande. Das Mineral ist grau oder weiß, z. T. durch Eisenoxyd rot gefärbt, die Struktur ist eine konkretionäre. Mitunter ist es dicht und zeigt muscheligen Bruch, so daß es etwas an Feuerstein erinnert; dabei besitzen solche Stücke zuweilen eine türkisblaue Färbung. Wieder andere ähneln in der Struktur dem Zellengalmei. Der mittlere Gehalt an dreibasischem Phosphat beträgt 62 %, steigt indessen auch bis zu 82 %, Jod und Fluor findet sich auch hier und besonders in den blauen Varietäten ist Schwefel nachweisbar. Außer dem Mergel und Ton kommen als Begleiter des Phosphorits Bohnerze, die manchmal durch ihn verkittet werden, und ferner Braunstein vor. Der Phosphoritbergbau im Quercy hat zur Auffindung sehr wohlerhaltener Knochenreste einer frühmiocänen Säugetierfauna geführt.

Die Frage nach der Entstehung der Phosphorite im Quercy ist von Fuchs und de Launay diskutiert, aber nicht endgültig entschieden worden. Eine Herkunft des Phosphors aus den darüberliegenden Knochenresten wird in anbetracht der guten Erhaltung dieser letzteren nicht für möglich gehalten, der Gedanke an einen Absatz des Minerals aus von unten her aufsteigenden Thermen nicht von der Hand gewiesen. Merkwürdig ist auch das Vorkommen des Phosphorits bei Bozouls im Aveyron; er tritt dort im kugelig verwitterten Basalt und den ihn begleitenden Tuffen in der Form teilweise recht großer konkretionärer Massen auf, die auch in dünnen Verästelungen den Tuff durchziehen und oft Fragmente des letzteren umhüllen. Es sei hierbei an das Vorkommen des Phosphorits (Osteoliths) im Basalttuff der Rhön usw. erinnert.[2])

---

[1]) Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, I, 348—357, Lit.

[2]) Bromeis, Über den Osteolith (phosphorsauren Kalk) und dessen lagerhaftes Vorkommen im Dolerit der Wetterau; Ann. Chem. u. Pharmaz., LXXIX, 1; Ref. N

Ähnlich dem Phosphoritvorkommen von Quercy soll, wenigstens teilweise, dasjenige im Kohlenkalk von Belmez in der Sierra Morena sein.[1])

Zu den wichtigsten Phosphoritlagerstätten der Erde gehören seit Jahren die in ihrem eigentlichen Wesen metasomatischen, in ihrer jetzigen Erscheinungsweise teilweise als eluviale und alluviale Seifen zu bezeichnenden Phosphatlager der amerikanischen Oststaaten Florida und Carolina.

In **Florida**[2]) unterscheidet man vier verschiedene Arten von Phosphorit. Der „hard rock" ist meistens massig, fest, homogen, durchsetzt von kleinen oder großen Hohlräumen, die gewöhnlich von traubigen Krusten sekundären Phosphorits überkleidet sind. Er ist gewöhnlich hellgrau und enthält im Mittel 36,5 % P_2O_5. Bezüglich der Farbe und Struktur herrschen zahlreiche Verschiedenheiten. Manchmal ist er ausgesprochen plattig. Dieser Phosphorit bildet unregelmäßige Massen und Ausfüllungen von Taschen und Hohlräumen in regelloser Verbreitung über ein 300 km langes und 30 km breites Gebiet, das westlich des Apalachicola-Flusses beginnend bis in die Mitte der Halbinsel in der Gegend von Tampa zu verfolgen ist, und hat seine Hauptentwicklung bei Dunnellon, wo er im Jahre 1889 zuerst nachgewiesen wurde. Er ist im Norden an fossilreiche Kalke des unteren Miocäns, im südlichen Teil an nummulitenführende Eocänkalke gebunden. Das harte Phosphat wird häufig von dem weißen „soft phosphate" begleitet und durchsetzt. Die Lagerstätten sind teilweise von oft dünenartigen Sanden und von Tonen überschüttet, und häufig hat man an ihrer Stelle überhaupt nur Kalkstein angetroffen. Das Auftreten der Phosphate in dem Sande und Tone kann als ein riffartiges oder klumpenförmiges, wenn sie verschwemmt oder ausgewittert sind, bezeichnet werden. Während Eldridge gewisse Hohlräume im Phosphorit auf die Auslaugung von Foraminiferen (Orbitoides und Nummulites im Eocän, Orbitolites im Miocän) zurückführt, wodurch, entsprechend den untenerwähnten Phosphatlagerstätten, eine Umwandlung von Kalkstein unter Guanolaugen wahrscheinlich würde, nimmt Cox zwar einen

Jahrb., 1853, 705—708. — Dürre, Osteolith aus dem Kratzer-Berge bei Schönwalde unfern Friedland in Böhmen; Pogg. Ann., CV, 155; Ref. N. Jahrb., 1859, 195—196.

[1]) Hartmann, Die Phosphoritdistrikte in Spanisch Estremadura; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXVII, 1878, 142—143. — Calderon y Arana, Contribuciones al estudio de la fosforita de Belmez; Anal. d. l. Soc. Esp. d. hist. nat., VII, 1878; Ref. N. Jahrb., 1879, 937—938.

[2]) Wyatt, Notes on Florida phosphate beds; Eng. Min. Journ., L, 1890, 218 bis 220. — Ders., The phosphates of Florida; ebenda LIII, 1892, 202—204. — Pratt, Florida phosphates, the origin of the boulder phosphates of the Withlacoochee River district; ebenda L, 1890, 380. — Darton, Notes on the geology of the Florida phosphate deposits; Am. Journ. of Science (3), XLI, 1891, 102—105; Ref. N. Jahrb., 1894, I, —161—162—; Eng. Min. Journ., LI, 1891, 210. — Cox, The origin of Florida phosphates; ebenda LV, 1893, 125. — Ders., The Albion phosphate-district; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 36—40. — Eldridge, A preliminary sketch of the phosphates of Florida; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 196—231. — Watteyne, La Floride et ses phosphates; Rev. univ. d. min., XXXIII, 1896, 306—328. — Codington, The Florida pebble-phosphates; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 423—431. — Wells, The Florida rock-phosphate deposits; ebenda 163—172.

Zusammenhang zwischen den Phosphoriten und Guanoablagerungen an, bestreitet aber das Vorkommen von Fossilspuren und meint, daß es sich nur um ausgelaugten und verhärteten Guano handle. Der Phosphorit wird steinbruchmäßig höchstens bis zur Tiefe von 15 m abgebaut; die Mächtigkeit der Lager beträgt 10—20 m und reicht bis unter das Grundwasser. Man kennt den „hard rock" in ungefähr zehn größeren, der Westküste genäherten Verbreitungsgebieten, von denen Dunnellon, Albion, High Springs, Trenton und Luraville genannt seien. Die hard rocks gelten als hochgeschätzte Phosphorite; sie sind ärmer an Eisen und Ton als die westindischen.

Verschieden vom hard rock und soft phosphate sind die „pebble phosphates". Man unterscheidet sie in die „land pebbles" und „river pebbles"; erstere treten in wahrscheinlich pliocänen Sanden und Tonen in der Gegend von Bartow (28° nördl. Br.) im Quellgebiet der südlich von Tampa mündenden Flüsse Alafia, Manatee und des Peace River auf. Weiter südlich finden sie sich noch im Bereiche des Caloosahatchee River. Durch diese Flußläufe haben sie eine natürliche Anreicherung erfahren und werden aus dem Peace River als „river pebbles" in großen Massen gebaggert. Sowohl das umschließende Sediment wie die land pebbles besitzen eine lichte Farbe, die Ablagerungen haben eine wechselnde, oft über 10 m betragende Mächtigkeit und bestehen bis zu 40 % aus Phosphoritgeröllen. Letztere werden an der Luft allmählich grau oder schwarz, zeigen eine glatte, glänzende Kruste und enthalten bald Einschlüsse von Fossilien, Quarz- und oolithische Kalkkörner, bald ähneln sie im Aussehen dem hard rock. Sie erreichen die Größe einer Walnuß, ihr Phosphorsäuregehalt beträgt 32 %. Die Entstehung der land pebbles ist nicht ganz sicher. Eldridge neigt mit Shaler zu der Annahme, daß sie durch eine allmähliche Zerstörung phosphorithaltiger Kalksteine oder Mergel entstanden und späterhin noch einmal durch Meeresüberflutungen zusammengeschwemmt worden sind; für die Beteiligung des Meeres spricht in diesen Phosphoritlagern das Vorkommen von Haifischzähnen, die weniger gerollt sind als die Phosphorite selbst. Gegen die Annahme Codingtons, daß die land pebbles lediglich zusammengeschwemmte Bruchstücke des hard rock seien, scheint deren abweichende äußere Beschaffenheit zu sprechen (siehe weiter unten bei Süd-Carolina). Nachstehend seien einige von den zahlreichen Analysen Eldridges mitgeteilt.

	I.	II.	III.	IV.
Wasser bei 105°	0,07	0,44	0,63	0,56
Wasser bei Rotglut	2,96	4,76	3,15	4,90
CO_2	1,65	2,33	2,19	3,99
Fl	2,46	2,58	2,72	2,44
In Säuren unlöslich	0,49	4,25	4,34	12,23
Al_2O_3	3,07	7,01	2,53	2,01
Fe_2O_3	0,96	1,46	1,35	1,05
CaO	50,08	44,05	47,95	42,75
MgO	0,30	—	0,21	0,44
P_2O_5	38,84	35,19	34,72	28,36

I. Hard rock. II. Soft phosphate. III. Land pebble. IV. Peace River pebble.

Florida hat gegenwärtig die größte Phosphoritproduktion der Erde. Sie betrug im Jahre 1903 rund 775 000 t, wovon 430 000 t auf hard rock, 280 000 t auf land pebbles und rund 65 000 t auf Peace River pebbles entfallen. Die in dieser Produktion enthaltene Phosphorsäure wird auf annähernd 520 000 t geschätzt. Die Gewinnung der Peace River-Phosphate datiert aus dem Jahre 1887, die der land pebbles seit 1890.

Hier seien die Phosphoritlager von **Carolina**[1]) besprochen. Sie sind scheinbar in ihrem Wesen mit den land und river pebbles von Florida identisch und könnten zunächst für eluviale und alluviale Seifen gehalten werden, wenn nicht gerade hier Gründe dafür geltend gemacht worden wären, daß es sich um erst nachträglich auf ihrer jetzigen Lagerstätte phosphatisierte Kalkgerölle handle.

Phosphoritlagerstätten finden sich von Nord-Carolina bis Florida längs der ganzen atlantischen Küste. Am reichsten sind sie in Süd-Carolina in einem gegen 100 km langen, vom Broad River in NO.-Richtung hinziehenden niedrigen, sumpfigen Landstriche. Nicht überall sind die Vorkommnisse innerhalb dieses gegen 2500 qkm großen Gebietes gleich reich; die abbauwürdigen Stellen sind bald mehrere Quadratkilometer, bald nur einige Hektar groß. Die eigentliche Unterlage der Phosphatschichten bilden die weit ausgedehnten, etwa 200 m mächtigen eocänen Carolina-Mergel mit einem Kalkgehalt von 55—95 %. Die obersten eocänen Schichten, die sogen. Ashley marls, führen eine große Menge von Haifischzähnen und Cetaceenresten, darüber beobachtet man eine muschelreiche sandig-tonige Ablagerung, die mitunter einige Fuß mächtig wird, bald aber auch ganz fehlt, so daß die darauf folgende sehr jugendliche eigentliche Phosphoritschicht manchmal unmittelbar auf den Ashley-Mergeln ruht. Jene junge Phosphatschicht enthält außer sehr zahlreichen verlagerten eocänen Haifischzähnen und Cetaceenknochen die Reste von allerlei Landtieren, wie Mastodon, Megatherium, Elefant, Hirsch, Pferd, Rind, Schwein, Bisamratte, sowie nach Dall vom Menschen und einen großen Reichtum an unregelmäßig gestalteten, grau und braun bis schwarz gefärbten Phosphoritknollen, die bald nicht größer als eine Erbse, bald bis mehr als tonnenschwer werden und einen wechselnden Gehalt von 25—70 % Kalkphosphat besitzen. Die Matrix der Knollen bildet Sand oder Ton oder ein Gemenge beider, worin mitunter auch weiße Quarzgerölle vorkommen. Die Phosphorite sind manchmal phosphatisierte Steinkerne von Muscheln, sehr selten wohl wirkliche Koprolithen. Sie umschließen ihrerseits oft Steinkerne eocäner Muscheln, aber niemals die Knochen jener Land-

[1]) Penrose, Nature and origin of deposits of phosphate of lime; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 46, 1888, 60—70. — Penrose zitiert: Holmes, Phosphate rocks of South Caroline and the great Carolina marl bed, Charleston 1872; Shepard, South Carolina phosphates, Charleston 1880; Shaler, Phosphate beds of South Carolina; Proc. Bost. Soc. Nat. Hist., XIII, 1869—70, 222. — Reese, On the influence of swamp-waters in the formation of phosphate-nodules of South Carolina; Am. Journ. of Science (3), XLIII, 1892, 402—406; Ref. N. Jahrb., 1893, I, 290. — Dall, Notes on the miocene and pliocene of Gay Head, Martha's Vineyard, Mass., and on the land phosphate of the Ashley River district, South Carolina; ebenda (3), XLVIII, 1894, 296 Ref. N. Jahrb., 1897, I, 137.



säugetiere. Ihre Härte schwankt zwischen 2—4; sie sind niemals kristallin. Mitunter enthalten sie selbst etwas Sand oder sind verkieselt. Manche Beobachtungen sind darauf gedeutet worden, daß diese Phosphorite phosphatisierte eocäne Mergelknollen seien; so finden sich flache, nicht konkretionäre Massen, die an der Oberseite dunkel, hart und phosphatreich sind, nach unten zu aber immer lichter, weicher und phosphatärmer und schließlich zu gewöhnlichem Mergel werden. Der Phosphatgehalt mancher Stücke nimmt von außen nach innen ab und ist dann am höchsten in einer äußeren schmelzartigen Kruste. Das Phosphatlager ist wenige bis 75 cm, im Durchschnitt 15—20 cm mächtig, in Vertiefungen des alten Bodens oft sehr viel mächtiger. Die Knollen liegen bald eng gedrängt, bald mehr zerstreut; der Ertrag eines acres (4050 qm) an reinem, getrocknetem Phosphat ist 300—1200 t. Mitunter tritt das Lager frei zutage, meistens ruht es unter einer oft recht mächtigen Bedeckung von alluvialem Sand, Ton und Mergel. Der Phosphorit wird teilweise in Tagebauen gewonnen, welche der Überflutung durch das Meer ausgesetzt sein können, teils wird er aus den Flüssen gebaggert.

Was die Entstehung dieser Phosphorite anlangt, so ist die Auffassung Holmes', wonach sie in jungen Strandsümpfen phosphatisierte Kalkgerölle tertiären Alters sind, neuerdings auch durch Dall vertreten worden. Holmes nimmt an, daß der aus eocänen Mergeln bestehende Strandboden aufgelockert und daß Bruchstücke desselben in junge Lagunen und Strandsümpfe (swamps) verschwemmt wurden, die von den Landsäugetieren als Salzlecke aufgesucht und durch deren massenhaften Dünger verunreinigt zu werden pflegten. In dem jauchigen Wasser seien die Mergelgerölle in gleicher Weise in Phosphat verwandelt worden, wie in Westindien der Korallenkalk unter Guano zu Phosphorit wird. Shaler betrachtete die Knollen teilweise als primäre, durch spätere natürliche Aufbereitung angereicherte Konkretionen. Auch die Süd-Carolinaphosphorite enthalten bei 55—61 % Kalkphosphat (25—28 % P_2O_5) 1—2 % Fluor. Die seit 1868 bestehende, früher sehr bedeutende Phosphoritproduktion Süd-Carolinas ist neuerdings infolge der Konkurrenz Floridas und Tennessees (s. S. 449) zurückgegangen; sie betrug 1903 330 000 t, wovon 45 000 t gebaggert wurden.

Die weniger wichtigen Phosphoritlagerstätten von Nord-Carolina sind teils vollkommen analog denjenigen von Süd-Carolina, teils bestehen sie aus kalkigen oder mergeligen Schichten, die neben abgerollten Knochen, Haifischzähnen, Quarzgeschieben und Grünsandkörnern höchstens nußgroße Gerölle von Phosphorit enthalten. Solche geringwertige Phosphate werden jetzt auf der Castle Haynes-Grube im New Hanover County in sehr geringer Menge gewonnen.

Die teilweise auch der oberen Kreide angehörenden Phosphatlager von Alabama[1]) sind jetzt scheinbar ganz unbeachtet.

Für alle übrigen auf Kalksteine aufgelagerten, mehr oder weniger jugendlichen Phosphoritlagerstätten ist eine Herkunft aus verwesenden tierischen Substanzen, hauptsächlich aus Guano, gleichfalls unzweifelhaft. Es gehören dahin die Phosphatlager auf den westindischen und pacifischen Koralleninseln, die ehedem der Nist- bezw. Ruheplatz von Vögeln und Robben gewesen sein mögen. Der Guano besteht hauptsächlich aus stickstoffhaltigen, löslichen Verbindungen und

---

[1]) Penrose, l. c. 75—78. — Smith, The phosphates and marls of Alabama; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 811—822.

enthält verhältnismäßig nur wenig phosphorsauren Kalk und andere Phosphate. Durch Auslaugung können die letzteren angereichert werden und besonders das Ammoniumphosphat in Wechselwirkung mit darunterliegendem Kalkstein treten, der dabei in Apatit umgewandelt wird. Wegen der Herkunft des wohl stets vorhandenen Fluors, das auch in diesen Phosphatlagerstätten eine Anreicherung erfährt, sei auf S. 443 verwiesen. Wie die in schichtigen Ablagerungen auftretenden Phosphorite so enthalten auch diese metasomatischen Phosphoritauflagerungen oft Jod.[1]) Es liegt der Gedanke nahe, daß dieses Halogen im Apatit dieselbe Rolle wie Fluor spielt. Die Phosphorite der westindischen Inseln enthalten eine Anzahl wasserhaltiger Phosphate: Brushit ($HCaPO_4 . 2H_2O$), Metabrushit ($2HCaPO_4 . 3H_2O$), Kallophan ($Ca_3(PO_4)_2 . H_2O$), Monit ($Ca_3(PO_4)_2 .$ $. 3H_2O$), Monetit ($HCaPO_4$), Martinit ($2H_2Ca_5(PO_4)_4 . H_2O$).

Auf der westindischen Insel **Sombrero** ist ein von Guano überlagerter Korallenkalk oberflächlich in einen „Sombrerit“ genannten rotbraunen Phosphorit umgewandelt, der nesterförmig Breccien einer palagonitartigen basaltischen Substanz, nach Sandberger[2]) vielleicht hervorgegangen aus Anschwemmungen vulkanischen Materials, enthält und seine Herkunft deutlich in den umgewandelten Resten rezenter Korallen und Schnecken erkennen läßt. Das Gestein besteht aus 75 % phosphorsaurem Kalk mit etwas Jodgehalt und ist in Hohlräumen und Spalten mit dünnen Phosphoritkrusten von traubig-strahliger Struktur überkleidet. Nach Sandberger fand die Umwandlung dadurch statt, daß bei der Zersetzung des Guanos lösliches Ammonium-, Kalium- und Natriumphosphat eine Umsetzung gegen den kohlensauren Kalk des Korallenriffes erfuhren. Ähnlicher Entstehung sind die Phosphate der niederländischen Inseln Curaçao,[3]) Bonaire,[4]) Aruba[5]) (jodhaltig) und die der Inseln Redonda[6]) und Navassa[7]) (kleine Antillen). Auf Redonda findet sich das graue oder schokoladenbraune Mineral als Bindemittel zwischen den Bruchstücken von Basalt, was keineswegs ausschließt, daß es auch hier eine Pseudomorphose nach Kalk darstellt. Auf der Insel Klein-Curaçao wurde Kalkstein in einer Mächtigkeit von 5—8 Fuß von staubförmigem, seltener knolligem Guano bedeckt, der um 1875 in großen Massen in den Handel kam. Auf Groß-Curaçao hatte das Phosphatlager, das höchst wahrscheinlich

[1]) Gilbert, Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 92—93.

[2]) Das Sombrero-Phosphat, ein metamorphosiertes Gestein der neuesten Zeit; N. Jahrb., 1864, 631—632.

[3]) Stelzner, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 418—419. — vom Rath, Phosphorit von Klein-Curaçao; Sitz.-Ber. niederrh. Ges., 1878, 122—123. — Meyn, Das Phosphoritlager von Curaçao; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXI, 1879, 697—704.

[4]) Martin, Geologische Studien über Niederländisch-Westindien, Leiden 1888; Ref. N. Jahrb., 1889, I, —445—447—. — Ders., Phosphoritische Kalke von der westindischen Insel Bonaire; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXI, 1879, 473—479.

[5]) Hughes, On some west indian phosphates; Quart. Journ. Geol. Soc., XLI, 1885, 80—81.

[6]) Steffens, Die Antilleninsel Redonda; Globus, LXVII, 1895, 48—49.

[7]) d'Invilliers, Phosphate deposits of the island of Navassa; Bull. Geol. Soc. Am., II, 1891, 75—84; Ref. N. Jahrb., 1893, I, —501—502—.

gleichfalls aus einem Korallenkalk hervorgegangen ist und den außerordentlichen Reichtum von durchschnittlich über 87 % besaß, eine so große Ausdehnung, daß schon bald nach der Entdeckung in den 1870er Jahren über 1 Mill. Tonnen exportiert wurden. Die Lagerstätte von Aruba wurde auf 500000 t geschätzt. Nach Steffens[1]) ist auch der Curaçao-Phosphorit jodhaltig.

Aus dem ursprünglichen Vorkommen von Guano leiten sich auch die vor einiger Zeit sehr lebhaft abgebauten Phosphorite der aus Korallenriffen bestehenden deutschen Jaluit-Inseln[2]) im Marshall-Archipel und der britischen Südseeinseln Malden und Christmas[3]) her. Von letzterer werden seit einigen Jahren erhebliche Mengen Phosphat ausgeführt; 1903 betrug die Produktion gegen 70000 t, für 1904 wurde sie fast auf das Doppelte geschätzt. Die jetzt abgebaute Lagermächtigkeit beträgt nur 30 cm bei 80—85 % Phosphatgehalt. Phosphatlager dieser Art sind auch auf der Ozean- und Pleasant-Insel.

B. Höhlenfüllungen und metasomatische Einlagerungen.

Wie für weitaus die größte Anzahl der hinsichtlich ihrer Entstehungsweise mit ihnen verwandten Erzgänge ist die Annahme, daß diese innerhalb eines tief gelegenen Nebengesteins entstandenen Lagerstätten durch von unten aufsteigende Minerallösungen gebildet wurden, die wahrscheinlichste. Die anogene Entstehungsweise solcher Erzlagerstätten vorausgesetzt, wäre immerhin noch der Fall denkbar, daß metasomatische Auflagerungen am Austritt einer erzabsetzenden Quelle gebildet sein könnten; eine solche anogene Erzlagerstätte scheint aber mit Sicherheit nicht bekannt zu sein. Das Nebengestein dieser Lagerstätten besteht fast immer aus Kalkstein oder Dolomit; eine Zerstörung von quarz- und silikathaltigen Gesteinen findet, wie schon früher erwähnt, längs mancher Erzgänge, besonders unter Ansiedelung von quarziger Gangart, untergeordnet auch von Erzen statt, sie begleitet in manchen Fällen aber auch die Bildung metasomatischer Roteisensteinlager.

Die im folgenden zu besprechenden metasomatischen Lagerstätten oder Höhlenfüllungen sind:

1. Oxydische Eisen- und Manganerze.
2. Blei- und Zinklagerstätten, mit manchmal überwiegendem Gehalt an Kupfererzen, ohne Magneteisenstein.
3. Antimonitlagerstätten.
4. Zinnerzführende Eisensteine.

Zu den Höhlenfüllungen könnten mit mehr oder weniger Recht auch gewisse Zinnoberlagerstätten in Toskana und Mexiko gestellt werden, die wegen ihrer untrennbaren Beziehungen zu den Quecksilbergängen mit diesen besprochen worden sind.[4])

---

[1]) Vorkommen von Jod im Curaçao-Guano; Ztschr. anal. Chemie, XIX, 1880, 50.

[2]) Mitt. a. d. deutschen Schutzgebieten, VII, 1894, 307—308.

[3]) Mineral-Industry, XII, 1903, 302—303.

[4]) Innerhalb der erwähnten Gruppen soll die Anordnung des Stoffes eine geographische sein und dabei nur insoweit auf das Alter des Nebengesteins Rücksicht genommen werden, als es die geologische Zusammengehörigkeit der Lagerstätten gestattet.

1. Metasomatische Lagerstätten und Höhlenfüllungen mit oxydischen Eisen- und Manganerzen.

Das hauptsächlichste primäre Erz ist auf diesen Lagerstätten der manganhaltige Spateisenstein, aus welchem in den oberen Teufen Eisenhydroxyde, insbesondere Brauneisenstein samt Manganoxyden hervorgegangen sind. Seltener sind es Roteisenerzlagerstätten. Ihre Verwandtschaft mit den Erzgängen kommt durch die oft reichliche Anwesenheit von Schwerspat zum Ausdruck; in den weniger verwitterten Teilen sind sie manchmal reich an Schwefelkies und führen mitunter auch Kupferkies, Fahlerz und andere Sulfide oder deren Umwandlungsprodukte. Das Eisenerz geht unter Verrohwandung oder durch die Zwischenstufe des „Eisenkalks" meistens in das Nebengestein über. Die an die Kalksteine gebundenen Eisen- und Manganerzlager bilden daher häufig unregelmäßig umgrenzte und gegen das Nebengestein unvollkommen geschiedene Massen. Über die Frage nach den Zufuhrwegen der eisenhaltigen Lösungen hat der Bergbau nicht immer Aufschluß gebracht; es wäre in jedem einzelnen Falle erst zu erweisen, ob die den Lagerstätten benachbarten Verwerfungen wirklich älter sind als sie, bevor man sie als Kanäle für die Mineralzufuhr anspricht.

Es sei hier daran erinnert, daß die S. 182—195 besprochenen Sideritlagerstätten, und zwar gerade die großartigsten, nämlich diejenigen der Steiermark, von manchen als metasomatische Lagerstätten betrachtet werden.

Am Südabhang der Kärntner Zentralalpen liegen die Spateisensteinlager des etwa 2100 m hohen Gebirgsstockes der Saualpe zwischen der Mur und Drau und dem Görtschitz- und Lavantale. Sie bilden einen Teil der Lagerstätten, welche, gebunden an kristalline Kalksteine, von St. Lambrecht in Steiermark gegen SO. streichend, über Friesach, Waitschach, Hüttenberg nach Lölling, Wölch, Loben, Waldenstein und Theisseneck hinziehen und den Gebirgsstock der Saualp schiefwinklig durchschneiden. Die Ausbeutung dieser Erzlager reicht mindestens bis in die Römerzeit zurück. Der Hauptgrubenort jener Gegend ist **Hüttenberg**[2]) am Westfuß der Saualpe (Fig. 206).

„Weitaus die Hauptmasse des in Frage kommenden Gebietes setzen schiefrige, gebänderte Gesteine zusammen, welche bisher schlechtweg als Gneise bezeichnet wurden. Sie bilden das Liegende des gesamten Schichtkomplexes, innerhalb dessen, in der Hauptsache wenigstens, Diskordanzen nicht zu bemerken

---

[1]) Herr Hofrat H. Höfer schreibt mir neuerdings, daß nach seiner Überzeugung die Lagerstätte am Erzberg bei Eisenerz nur metasomatisch sein könne; derselben Meinung ist auch Canaval und Redlich (Contribution à la connaissance des gîtes métallifères des Alpes orientales; Congr. int. d. mines etc. Liège 1905, Geol. appliquée).

[2]) Karsten, Metallurgische Reisen, 1821, 309. — Senitza, Tunners Jahrb. f. d. innerösterr. Berg- u. Hüttenm., I, 1842, 100. — v. Morlot, Haidingers Ber. über Mitt. v. Freund. d. Naturwissensch. in Wien, II, 1847, 84. — Münichsdorfer, Geologisches Vorkommen im Hüttenberger Erzberge in Kärnten; Jahrb. k. k. Reichsanst., VI, 1855, 619—643. — Lipold, Bemerkungen über Münichsdorfers Beschreibung des Hüttenberger Erzbergs; ebenda 643—650. Dieser Arbeit sind die ersten drei Literaturzitate entnommen. — Seeland, Der Hüttenberger Erzberg und seine nächste Umgebung; ebenda XXVI, 1876, 49—112. — Brunlechner, Die Form der Eisenerzlagerstätten in Hüttenberg; Ztschr. f. prakt. Geologie, 1893, 301—306. — Baumgärtel, Der Erzberg bei Hüttenberg in Kärnten; Jahrb. k. k. Reichs-Anst., LII, 1902, 219—244, Lit.

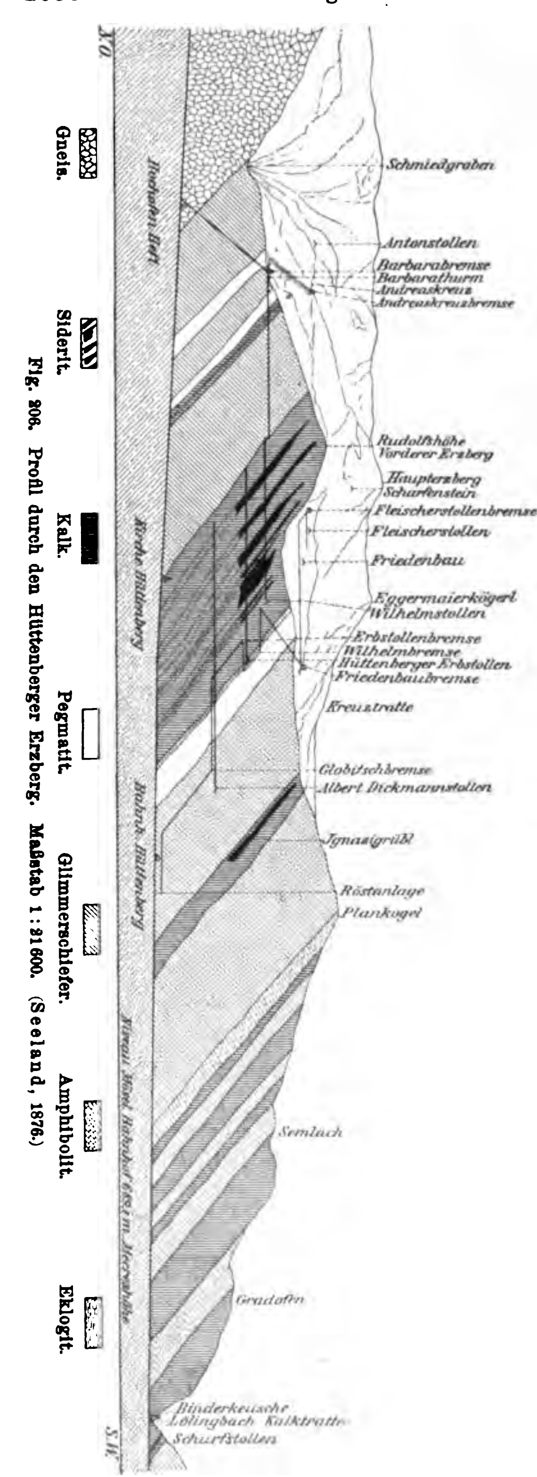


Fig. 206. Profil durch den Hüttenberger Erzberg. Maßstab 1:21600. (Seeland, 1876.)

sind.... Der Gneis bildet einen flachen Sattel, dessen Kulminationspunkt etwa in der Mitte des ganzen Gebietes liegt und dessen Höhenlinie fast genau von Nordwest nach Südost streicht. Derselbe geht nach oben zu ganz allmählich und ohne erkennbare Grenze in Glimmerschiefer über, welche namentlich in den höheren Horizonten granatführend werden und an deren Stelle in noch weiterer Entfernung phyllitische Gesteine vom Charakter der Glanz- und Grünschiefer und endlich normale Tonschiefer treten.“ (Baumgärtel.) In dieser Schichtenfolge kommen bankige oder stellenweise gebänderte Kalksteine mit Einsprenglingen von Pyrit, lichtem und Chrom-Glimmer, hier und da auch Realgar oder Arsenkies vor, welche Einlagerungen von Granat-Diopsidfels in wechselnden Dimensionen führen; die Kalksteine werden bald vom Gneis, bald vom Glimmerschiefer oder Phyllit umschlossen. Untergeordnet tritt in den Schiefern auch Amphibolit, Serpentin und Eklogit, ganz untergeordnet auch Diorit auf. An die Einlagerungen von körnigem Kalk sind die Eisenerze (Spateisenstein und daraus hervorgehend Brauneisen) gebunden. Die längste derselben ist 15 km weit verfolgt und hat samt ihrem Nebenlager eine Mächtigkeit von zusammen 750 m. In einer dieser Kalkzonen sind Spateisensteineinlagerungen besonders zahlreich; sie setzt samt Glimmerschiefern den 1377 m hohen, zwischen Hüttenberg und Lölling gelegenen Erzberg zusammen und besteht selbst wieder aus einer Reihe von Kalklagern, deren größtes auf 2465 m im Streichen verfolgt ist und eine Mächtigkeit von 758 m erreicht. Dieses Hauptkalklager umschließt 6 Spateisensteinmassen, die ihrerseits auf eine streichende

Ausdehnung von 1890 m und auf eine Schichtenmächtigkeit von 298 m verteilt sind. Die Erzmächtigkeit beträgt darin etwa 190 m. In allen Horizonten treten Gänge von Turmalinpegmatit auf. Stellenweise befindet sich derselbe in unmittel-

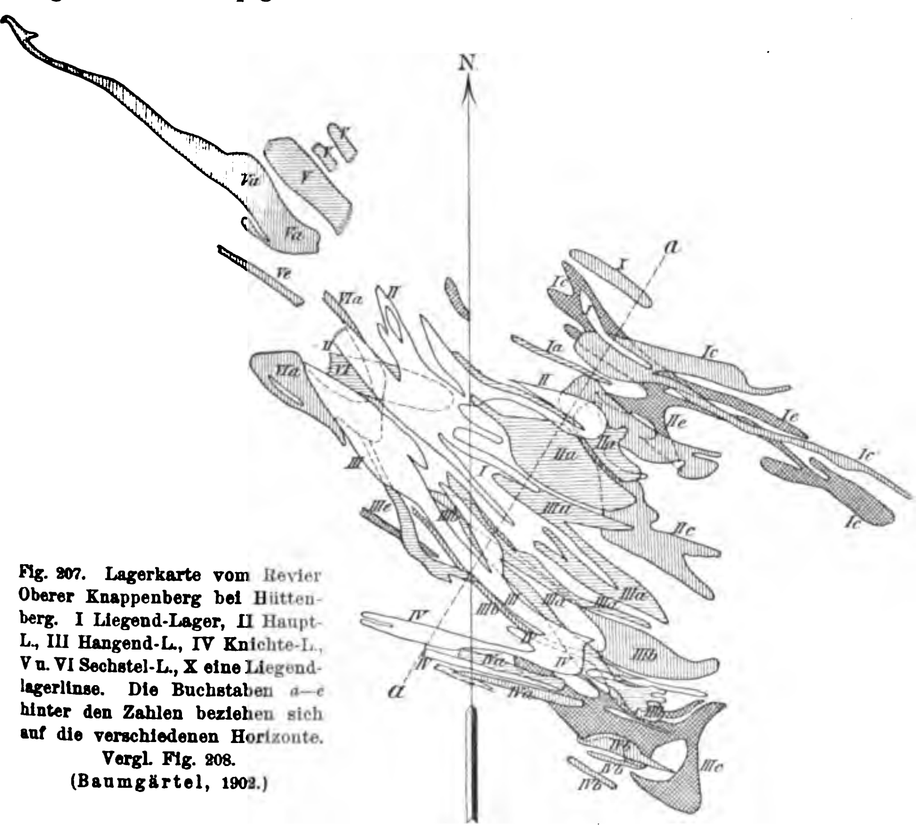


Fig. 207. Lagerkarte vom Revier Oberer Knappenberg bei Hüttenberg. I Liegend-Lager, II Haupt-L., III Hangend-L., IV Knichte-L., V u. VI Sechstel-L., X eine Liegendlagerlinse. Die Buchstaben *a—e* hinter den Zahlen beziehen sich auf die verschiedenen Horizonte. Vergl. Fig. 208. (Baumgärtel, 1902.)

barer Berührung mit Kalk und Spateisenstein, ohne daß beide in seiner Nachbarschaft im allgemeinen ein anderes Verhalten zeigen als sonst; der Kalk führt in der Nähe des Pegmatits, der übrigens stellenweise in zweifellosen Apophysen vorkommt, etwas Turmalin und Feldspat. Infolge Abschnürung liegen hier und da keilförmige Pegmatitschollen in dem Kalkstein. Wo der Kalkstein auf Klüften von Wasser durchrieselt wird, haben sich manchmal weite Höhlen („Krake") gebildet.

Fig. 208. Querschnitt in der Richtung *a—a* der Fig. 207. (Baumgärtel, 1902.)

Die Erzlager haben ein sehr wechselndes, durchschnittlich aber NW.—SO. gerichtetes Streichen, und fallen im großen ganzen unter 45 bis 50° gegen SW. ein. Ihre Form ist nur im allgemeinen eine linsenförmige, sehr häufig sind sie aber vielfach gebogen und gegabelt, und durch Ausweitungen, Anhänge und Ausbuchtungen stehen die einzelnen Erzkörper in Verbindung. Manchmal sind der Erzmasse Lagen von taubem, ganz oder teil-

weise rohwandigem Kalkstein eingeschaltet, und die ihn umschließenden Spateisensteinlagen haben dann mitunter nur mehr die Mächtigkeit von wenig Zollen. Wie sehr kompliziert die Form der Lagerstätten werden kann, ergibt sich aus Brunlechners ausführlicher Darstellung. Die größten Erzlager, nämlich das Großattig- und das Gait- und Glückliegendlager, hatten eine streichende Ausdehnung und größte Mächtigkeit von 398 und 45 bezw. 569 und 34 m. Die Erzlager werden fast stets von körnigem Kalk umschlossen; nur selten beobachtet man ein Spateisensteinlager in Glimmerschiefer. Am Liegenden findet sich häufig eine aus sehr glimmerreichem, gelbem, aufgelöstem Kalk mit Eisenocker und nicht selten viel Pyrit bestehende Masse. Unmittelbar darauf folgt meist fester Kalk. Die Lagerstätten endigen im Streichen und Einfallen entweder durch Zertrümmerung oder durch allmählichen Übergang in den Kalk, d. i. Verrohwandung. So verlaufen sich im großen Glücklager die unverwitterten Siderite allmählich in dem körnigen Kalk als dünnste Trümer, welche in ihrer Mitte häufige Sideritkristallisation zeigen. Bezüglich der Verrohwandung ist es eine Regel, daß die Lagerstätte, wenn sie anfängt in ihren Klüften und Drusen viel Aragonit zu führen und braune Rohwandstreifen oder blaugebänderte, grobkristallinische (ankeritische) Kalksteinfragmente sich einstellen, dem Auskeilen nahe ist. Der Übergang des Erzes in tauben Kalkstein ist aber häufig auch ein ganz allmählicher, eine langsame Verrohwandung.

Der auf der Löllinger Hütte als Zuschlag benutzte Kalk des Hüttenberger Erzbergs enthält 8,13 % Eisenoxydulkarbonat. Sowohl die Siderite wie die daraus hervorgehenden Oxydhydrate (Glaskopf, Brauneisen) haben einen erheblichen, technisch wertvollen Mangangehalt. Die Umwandlung des manganhaltigen Spateisensteins führt zu einer Blau- und Braunfärbung des Erzes längs der Klüfte („Blau-“ und „Braunerze“). Eine große Menge des Erzes ist Glaskopf.

Der Eisenstein ist stellenweise verunreinigt mit Pyrit, Quarz und Schwerspat. Der letztere herrscht in den höheren Horizonten und in den am meisten verwitterten Erzen, wogegen die Pyrite und Chalcedon umgekehrt in der Teufe am häufigsten sind. Der Spateisenstein wird ebenso wie der Kalkstein von Glimmer und Glimmerschieferlagen durchzogen. Aragonit (Eisenblüte) findet sich dort, wo die verwitterten Siderite an den mürben ockerigen Kalkstein herantreten; häufig ist Wad, ebenso Pyrolusit und Polianit. Die Lagerstätten von Hüttenberg und Lölling haben einen Ruf als Mineralfundpunkte. Es finden sich in den Erzen Einsprengungen von Löllingit (verwachsen mit Wismut), Chloanthit, Arsenkies, Ullmannit, Rammelsbergit, Bournonit, Bleiglanz und zahlreiche Umwandlungsprodukte derselben. Seeland betrachtet die primären Erze als gleichzeitig gebildete Begleiter des Siderits.

Nachdem Karsten die Hüttenberger Lagerstätten für eruptive Einpressungen gehalten hatte, haben v. Morlot, Senitza und Tunner dieselben für sedimentäre Lager erklärt, und Münichsdorfer, Lipold und Seeland haben sich ausführlich im gleichen Sinn geäußert. Münichsdorfer hat zuerst die unregelmäßige Gestaltung der Erzkörper auf eine spätere Konzentration des ursprünglich im Kalkstein vorhandenen Eisengehalts zurückgeführt. Nach seinen Beobachtungen war es völlig ausgeschlossen, daß das Erz etwa später durch Klüfte in den Kalk eingedrungen sei. Brunlechner hat die Ansicht ausgesprochen, daß zwar die ursprüngliche Entstehungsweise des Spateisensteins eine sedimentäre gewesen sei, daß indessen das im Kalksteine verteilte Eisenkarbonat unter Zutun von Kohlensäure eine teilweise Umlagerung erfahren und den Kalkstein metasomatisch verdrängt habe. Er erwähnt, daß sich inmitten des Spateisensteins manchmal abgerundete, abgeätzte und teilweise in Erz umgewandelte Kalksteinbrocken finden, nachdem schon von früheren Beobachtern angegeben worden war, daß Klüfte mit kristallisiertem Siderit vorkommen. Baumgärtel, der vor allem die Gesteine des Hüttenberger Gebiets eingehend studiert hat, erblickt in diesen Kontaktgesteine (in den Gneisen z. B. mit

Granitmagma injizierte Schiefer), in dem Sinne, wie französische Geologen in den kristallinen Schiefern der Pyrenäen, Weinschenk in denjenigen der Alpen nicht dynamometamorphe, sondern kontaktmetamorphe Bildungen sehen. Er vermutet in geringer Tiefe einen Granitlakkolithen, welchem die Turmalinpegmatite entstammen sollen und erklärt die Eisenerzstöcke des Hüttenbergs als Produkte einer postvulkanischen Thermaltätigkeit. Nicht nur die begleitenden Sulfide usw., sondern auch das Eisenkarbonat führt er auf eine solche zurück.

Der Eisensteinbergbau von Hüttenberg ist seit den letzten Jahren unbedeutend geworden. Die Förderung im Jahre 1903 betrug nur noch 7900 t Spateisenstein und 12 550 t Brauneisenerz.

Der gegen 2 km lange, aus massigem bis dickbankigem, hauptsächlich devonischen Kalkstein und ganz untergeordnet auch aus Kohlenkalk bestehende Klotz des **Ibergs**[1]) bei Grund im Oberharz ist rings durch Störungen von den Kulmschiefern und -Grauwacken geschieden und wird von zahlreichen, meistens NW. streichenden Erzgängen, sehr wahrscheinlich den Ausläufern des Clausthaler Gangsystems, durchschnitten; vier davon sind durch den Bergbau erschlossen worden. Schon diese haben längs der Salbänder eine Verquarzung des Kalksteins bewirkt. In ursächlichem Zusammenhang mit ihnen stehen höchst wahrscheinlich die sehr unregelmäßig gestalteten, bald stock-, bald schlauchförmigen, sich erweiternden und wieder verengernden Eisenerzmassen, die nicht ohne eine gewisse Regelmäßigkeit durch den Kalkstein verbreitet sind. Sie werden bis zu 40 m mächtig, sind teilweise 100—200 m weit verfolgt worden und führen hauptsächlich Brauneisenstein (Glaskopf, Ocker, auch Lepidokrokit) und Spateisenstein, daneben mehr oder weniger Quarz, Schwerspat, der ganz fehlen kann, Braunspat, Kalkspat, sekundäre Manganerze (Manganit, Psilomelan), ganz untergeordnet Sulfide, wie Pyrit und Kupferkies, und Asphalt. Selten findet sich Cölestin. Rittershaus ist geneigt, diese Lagerstätten für die Ausfüllung vorher bestehender Höhlen und nicht für metasomatische Verdrängungen des Kalkes zu halten, weil sie teilweise noch offen stehen, das Erz scharf vom Kalkstein getrennt ist und z. B. der Spateisenstein des den Kalkstock im Süden durchziehenden Prinzregenterganges dieselbe Zusammensetzung hat wie derjenige der Erzstöcke. Der im Anfange des XVI. Jahrhunderts entstandene Ort Grund verdankt seine Gründung dem Eisensteinbergbau, der zuletzt in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts wohl endgültig erlegen ist.

Über das Vorkommen des Kupferschiefers und der Kupfer- nnd Kobaltgänge von **Kamsdorf** bei Saalfeld wurde schon früher gesprochen und dabei auch die allgemeine Geologie der dortigen Eisensteinlagerstätten erörtert. Nach Beyschlag[2]) sind gewisse Schichten von bestimmtem Niveau im unteren und mittleren Zechstein der Umwandlung in Spateisenstein („Glimmer“) oder, wenn letztere eine nur teilweise war, in „Eisenkalk“ besonders zugänglich gewesen. Am besten sind die Eisenerzlager in einer Erstreckung von 2 km zwischen Groß-Kamsdorf und Könitz entwickelt; sie sind an die erz- und schwerspatführenden Verwerfungsspalten gebunden, indessen längs dieser keineswegs immer ausgebildet. Man unterscheidet das sehr konstante 0,5—2,5 m mächtige untere Eisensteinflöz, dessen Hangendes fast immer der obere bituminöse Mergelschiefer (s. Fig. 95, S. 403) und der beinahe nie veränderte 3—4 m mächtige Zechstein-

[1]) Rittershaus, Der Iberger Kalkstock bei Grund am Harze; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIV, 1886, 207—218.

[2]) Die Erzlagerstätten der Umgebung von Kamsdorf in Thüringen; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1888, bes. 360—366.

kalk (die „weiße Sohle") bildet, und das obere Flöz; letzteres zertrümert sich manchmal in 2—3, durch Dolomit oder Eisenkalk getrennte Lager, deren abbauwürdige Gesamtmächtigkeit 4—7 m beträgt. Nach Beyschlag ist die Mächtigkeit der Eisensteinlager, deren streichende Ausdehnung (10 bis über 100 m) und ihre Breite im Einfallen (2—25 m) um so größer, je größer der Betrag der Verwerfung ist, an welche sie gebunden sind. Im oberen Eisensteinflöz ist das Karbonat meistens in Brauneisenerz umgewandelt, das von Schwerspat, Kalkspat, Dolomit, Aragonit, Pyrolusit und Wad begleitet wird, welche letztere beiden aus dem manganhaltigen Spateisenstein hervorgegangen sind. Der genetische Zusammenhang zwischen den Eisenerzen und den kupfer- und kobalterzführenden Gängen macht es verständlich, daß besonders das Fahlerz mit seinen Zersetzungsprodukten in Nestern, Schnüren oder ausgiebigeren, parallel der Schichtung liegenden Mitteln, hauptsächlich im oberen Flöz, anzutreffen ist. Die Kamsdorfer Eisenerzlager sind ebenso wie die Thüringer Kobaltrücken sehr jugendlichen, höchst wahrscheinlich tertiären Alters.

Nach R. Zimmermann ist die Zusammensetzung einiger Kamsdorfer Eisenerze folgende:

	Spateisenstein	Brauneisenstein	Eisenkalk
$FeCO_3$	75,38	—	—
$MnCO_3$	7,51	—	—
Fe_2O_3	—	65,74	23,80
Mn_2O_3	—	7,09	3,40
$CaCO_3$	8,36	6,45	61,04
$MgCO_3$	3,88	1,81	2,03
Al_2O_3	0,12	0,52	0,20
SiO_2	4,15	6,72	2,73
P_2O_5	0,046	0,057	0,018
S	0,25	0,101	0,05
$BaSO_4$	0,50	1,20	0,30
Cu	Spur	Spur	0,10
H_2O und organische Substanz	—	10,00	6,60
	100,196	99,688	100,268

Ganz entsprechende Eisenerzlager wie zu Kamsdorf sind in früheren Zeiten auch weiter östlich in der Gegend von Blankenburg, Königssee[1]) usw. abgebaut worden, und analog sind auch die Lagerstätten bei **Bieber**[2]) im Spessart, wo im Jahre 1904 fast 60000 t Eisenstein erzeugt wurden.

Zu den wichtigsten Erzlagerstätten des Thüringer Waldes gehörten die Eisensteinlagerstätten am Stahlberg und an der Mommel bei Herges-Vogtei und an der Klinge, sämtlich nördlich und nordwestlich von **Schmalkalden**[3])

[1]) Loretz, Der Zechstein in der Gegend von Blankenburg und Königsee am Thüringer Walde; ebenda f. 1889, bes. 233—234.

[2]) Bücking, Der nordwestliche Spessart; Abh. preuß. geolog. Landesanst., N. F., XII, 1892, 148—154.

[3]) Danz und Fuchs, Topographie des Kreises Schmalkalden, 1848. — Fulda, Über den Schmalkalder Bergbau; zitiert von Bücking. — Bücking, Die Zechstein-

am Südabhange des Gebirges. Über einem aus Gneis und Glimmerschiefer oder aus Granit bestehenden, von basischen und sauren Ganggesteinen durchzogenen Grundgebirge liegt im Nordwesten an der Mommel der mittlere, im Südosten am Stahlberg der obere Zechsteindolomit. Im Normalprofil sind beide Zechsteinhorizonte durch gipsführende Letten getrennt, das Hangende der Formation bilden Letten und die Bröckelschiefer und Sandsteine des unteren Buntsandsteins. Die Eisensteinlagerstätten sind nach Bücking hauptsächlich an zwei, dem Gebirgsrand parallele, je aus einem System meistens nur geringer Verwerfungen bestehende tertiäre Hauptstörungen, die Klinger und die Mommel-Stahlberger, gebunden.

Der Stahlberg-Mommeler Lagerstättenzug erstreckt sich fast 10 km weit. Die Eisenerzmassen sind unregelmäßig gestaltet und von mitunter bis zu 0,5 m mächtigen Schwerspatgängen und Klüften durchzogen, von denen aus der Dolomit in Spateisenstein, bezw. bei unvollkommener Verdrängung in „Eisenkalk" umgewandelt worden ist. Durch Verwitterung ist ein großer Teil des Erzes zu Brauneisenerz geworden. Am Stahlberg, dessen Lagerstätte ungefähr 1000 m weit verfolgt werden kann, bildet eine quarzhaltige, dünnplattige, 0,3 bis 0,5 m mächtige Mergellage eine unveränderte Einlagerung im Erz, während andererseits der Kalkzäment einer liegenden Konglomeratschicht ebenfalls in Eisenstein umgewandelt ist. Bemerkenswert sind die schönen Pseudomorphosen von Brauneisenstein nach Sideritkristallen. An der Mommel ist die bis 70 m mächtige, steil in die Tiefe setzende Lagerstätte an eine überstürzte, von zwei Verwerfungen begrenzte Dolomitscholle gebunden. Sie wird gegen NO. zu durch einen 1—5 m mächtigen flußspatführenden Schwerspatgang begrenzt, der auch ein wenig Kobalt enthält. Im übrigen setzen die meisten Flußspatgänge der Gegend in dem das Liegende bildenden Granit, in Gneis und Glimmerschiefer auf. Die nördlich von der Mommel abgebauten Lagerstätten an der Klinge stehen mit der Randstörung in Zusammenhang, längs deren der Zechstein an dem kristallinen Grundgebirge des Thüringer Waldes abgesunken ist. Die Schmalkaldener Eisenerze sind manganreich und phosphorsäurefrei. Nach Bücking erfolgte die Bildung dieser Lagerstätten seit der Oligocänzeit durch eisenhaltige Quellen, als deren letzte er den im nordwestlichen Verlaufe der Stahlberg-Mommeler Störung entspringenden Liebensteiner Eisensäuerling betrachtet. Die 6 Schmalkaldener Gruben haben im Jahre 1904 nur 5084 t Eisenstein gefördert.

Zwischen den emporgepreßten Juraschichten des Wiehengebirges im Norden und den Kreideablagerungen des westlichen Teutoburger Waldes treten bei Osnabrück einige paläozoische Inseln und Schollen aus dem zusammengestauchten Mesozoikum hervor, wie die altberühmten Steinkohlenvorkommnisse am Piesberg und an der Ibbenbürener Bergplatte. Südöstlich von letzterer und südlich von Osnabrück liegt der in seinem Kerne aus Rotliegendem bestehende, nach Süden

formation bei Schmalkalden; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1882, 29—32. — Ders., Gebirgsstörungen südwestl. vom Thüringer Wald und ihre Beziehungen zu den Eisenerzlagerstätten des Stahlbergs und der Mommel; ebenda 33—43. — Mentzel, Die Lagerstätten der Stahlberger und Klinger Störungen im Thüringer Wald; Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 273—278.



hin von steilaufgerichteten, mehrfach durch Verwerfungen gestörten Zechstein-, Trias und Lias-Schichten, nach Norden zu von Zechstein und Buntsandstein gebildete Rücken des **Hüggel.**[1]) Der von Kupferschiefer (s. S. 407) unterlagerte Zechsteinkalk ist dolomitisiert oder in stark mit Eisenkies durchsetzten Eisenkalk umgewandelt, der abbauwürdige Massen von festem oder ockerigem Brauneisenerz umschließt. Der Eisenkalk und der Brauneisenstein sind auch hier mit Schwerspattrümern durchwachsen; dieser und der Eisenkies beeinträchtigen den Wert der Erze in hohem Maße. Abbauwürdig erweisen sich die Lagerstätten nur bis zur Teufe von höchstens 50 m, sie werden deshalb hauptsächlich in einer Reihe von Tagebauen bearbeitet. Der seit dem Jahre 1856 bestehende Georgs-Marien-Bergwerks- und Hüttenverein förderte im Jahre 1904 114640 t Eisenstein. Die Brauneisensteine des Hüggel enthalten etwa 42 % Eisen, 2 % Mangan, 1,24 % Zink, 0,03 % Phosphor und gegen 0,1 % Schwefel. In gewinnbarer Menge fanden sich zu Ibbenbüren auch Bleierze und Galmei, letzterer seit 1864.[2])

Auch am Schafberg bei Ibbenbüren wird stellenweise auf solche Eisenerze Bergbau getrieben. Ferner sei darauf hingewiesen, daß längs der Schwerspatgänge des Röstebergs bei Grund am Harz, welche als die Fortsetzung der dortigen Erzgänge angesehen werden dürfen, nicht nur eine reichliche Umwandlung des Zechsteins in Schwerspat, sondern auch in Einsenerz, im jetzigen Zustande Brauneisenstein, stattgefunden hat.

Die Manganeisenmulmlager des **Odenwaldes**[3]) liegen in und auf Zechsteindolomit oder z. T. unmittelbar über Rotliegendem und unter den 1—30 m mächtigen Schieferletten und roten Tonen des unteren Buntsandsteins (Fig. 209). Ihre Entstehung ist in ähnlicher Weise erörtert worden, wie diejenige der geologisch davon verschiedenen oberhessisch-nassauischen. Salomon hat neuerdings gezeigt, daß diese Erze metasomatisch aus Zechstein unter Beibehaltung oder sogar Vermehrung des ursprünglichen Volumens entstanden sind; da sie Quarz, Baryt, geringe Mengen von Kupfer, Zink, Arsen, Kobalt und Nickel

[1]) Stockfleth, Das Eisenerzvorkommen am Hüggel bei Osnabrück; Glückauf, 1894, No. 100—104. — Müller, Der Georgs-Marien-Bergwerks- und Hütten-Verein, 1896. — Castendyck, Der Rochusberg oder Röchelskapp bei Ibbenbühren; Verh. naturh. Ver. Rheinl. und Westf., X, 1853, 140—151.

[2]) Draßdo, Beiträge zur geognostischen Kenntnis der in der Gegend von Ibbenbüren neuerdings aufgeschlossenen Erzvorkommnisse; Berg- u. Hüttenm. Ztg. XXV, 1866, 31—33, 61—62, 77—79, 90—92, 136—137, 154—156, 159—160. — Ohm, Über das Weißbleierz von der Grube „Perm" bei Ibbenbüren und einige andere Weißbleierzvorkommen Westfalens: N. Jahrb., Beil.-Bd. XIII, 1899—1901, 1—38.

[3]) Chelius, Erläuterung zu Blatt Brensbach-Böllstein der geol. Karte des Großherzogtums Hessen, 1897, 37—53. — Ders., Eisen und Mangan im Großherzogtum Hessen und deren wirtschaftliche Bedeutung; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 356—362. — Klemm, Erl. z. d. Blättern Erbach und Michelstadt, 21—28. — Delkeskamp, Die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten usw., Ztschr. f. pr. Geol., 1901, bes. 357—358, — Salomon, Der Zechstein von Eberbach und die Entstehung der permischen Odenwälder Manganmulme; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LV, 1903, 419—431. — Andreae, Erl. z. Blatt Heidelberg der geol. Karte v. Bad., 1896.

enthalten,[1]) so glaubt er die Quelle des Mangans in aufsteigenden Thermen vermuten zu sollen. Die odenwälder Erze enthalten 10—22 % Mn und fast ebensoviel Eisen. Nachdem die Vorkommnisse bei Bockenrod und Reichelsheim erschöpft waren, ist neuerdings bei Waldmichelbach ein recht lebhafter Manganerzbergbau in Schwung gekommen. Im Jahre 1903 wurden im Odenwald gegen 15000 t Manganerze gefördert.

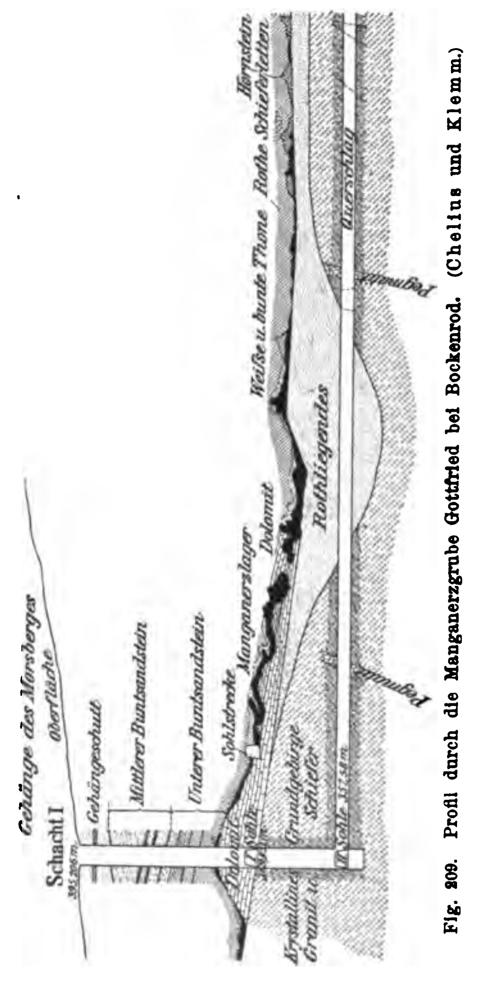


Fig. 209. Profil durch die Manganerzgrube Gottfried bei Bockenrod. (Chelius und Klemm.)

Der oberpfälzisch-fränkische Jura wird von einem SO.—NW. streichenden, bis nach Thüringen verfolgbaren System von Verwerfungen durchzogen, längs deren nach SW. gerichtete Absenkungen stattgefunden haben. Unter ihnen sind zwei, nämlich die Amberg-Sulzbacher und die Vilseck-Pegnitz-Lichtenfelser besonders wichtig, weil, wie schon Gümbel[2]) erkannte, an ihren Verlauf eine Anzahl in früherer Zeit und noch jetzt abgebauter Eisenerzlagerstätten gebunden ist. Die bemerkenswertesten liegen bei **Amberg**, wo der staatliche Bergbau am Erzberg der wichtigste, ist. Nach Kohler ist der dortige Erzstock an den Durchschnitt einer Querverwerfung mit der Amberger Hauptverwerfung gebunden. Der Berg besteht auf seiner Oberfläche an der Ostseite aus flachgelagertem Rhätsandstein, aus den Sandsteinen, Tonen, Mergel- und Kalkbänken des Lias, den Tonen, Eisenoolithen und Sandsteinen des Dogger und zu oberst aus steiler südwestlich einfallenden Kalken des weißen Jura, worüber die cenomanen Grünsande folgen. Im Innern des Berges ändert sich die dort sehr gestörte Schichtenlage zu steilem Einfallen. Die erzführende Masse besitzt eine schwankende, mit der Tiefe zunehmende Mächtigkeit. Mit steilem, südwestlichem Ein-

[1]) Kupfer, Kobalt und Nickel hat übrigens Hahn auch in den Manganerzen der Lindener Mark nachgewiesen.

[2]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges, 1868, 777—783. — Ders., Geologie von Bayern, II, 1894, 836—839. — Ders., Die Amberger Eisenerzformation; Sitz.-Ber. math.-phys. Cl. k. bayer. Ak., XIII, 1893, 293—320. — Kohler, Die Amberger Erzlagerstätten; Geogn. Jahresh., XV, 1902, 11—56.

fallen ruht sie über sehr geneigter Auflagerungsfläche auf den Schichtköpfen des weißen Jura, des Doggers und des Lias, enthält Brocken des Malmkalkes und hat den Eisensandstein des Doggers zum Teil zu „Raucherz" verkittet. Im Hangenden wird sie von den cenomanen Glaukonitsanden bedeckt. Die Lagerstätte besteht in der Hauptsache aus eisenschüssigem und deshalb oft gelb oder rot gefärbtem, indessen auch weißem Letten und Sand, worin die ganz unregelmäßigen, vorzugsweise von bröckeligem, mildem Brauneisenstein und Glaskopf gebildeten, stellenweise 6—8 m mächtigen Erzkörper liegen. Als weitere Mineralien sind zu erwähnen: Stilpnosiderit, Goethit (Nadelerz, Samtblende), wasserarmes, rotes Eisenhydroxyd („Bluterz", wohl Turjit), Kakoxen, Wavellit, Vivianit, Psilomelan und Pyrolusit; die Erze sind etwas zink- und bleihaltig. Die Auffassung Kohlers, der die Amberger Lagerstätten für metasomatische Umwandlungen insbesondere nach Malmkalk hält, findet eine Stütze in dem seit 1879 bekannten, neuerdings in größeren Massen nachgewiesenen Spateisenstein; dieser besitzt das Gefüge des Dolomites und z. T. das Aussehen einer Dolomitasche. In den Erzen finden sich die mitunter versteinerungsführenden Hornsteinknollen gewisser Malmschichten wieder. Die Amberger Stufferze bestehen u. a. aus 88 % Fe_2O_3, 0,35 % MnO, 1,023 % P_2O_5, 9 % H_2O; die weichen sogen. Klarerze enthalten 71 % Fe_2O_3, 0,61 % MnO, 1,98 % P_2O_5, 2,93 % Al_2O_3, 12,8 % SiO_2.

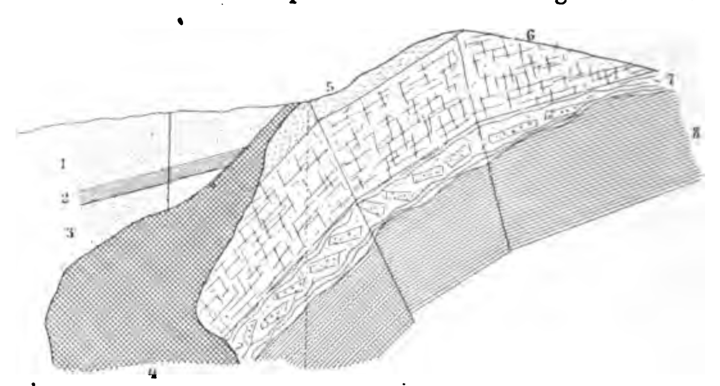


Fig. 210. Das Eisensteinlager am Etzmannsberg. 1 : 3300. 1 und 3 Sand und Letten, 2 schwarzer Ton, 4 Erzkörper, 5 Dolomit, 6 Malmkalk, 7 Ornatenton und Doggeroolith, 8 Doggersand. (Kohler, 1902.)

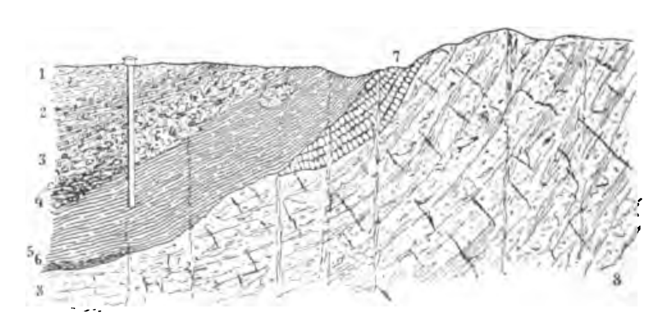


Fig. 211. Das Eisenerzlager bei Engelsdorf. 1 Lehm und Sand, 2 gelber und grüner, flaseriger Ton mit Eisensteinkörnchen, 3 sandiger Ton mit Hornsteinknollen, 4 Hornsteinknollen mit Brauneisenstein, 5 lettiger Brauneisenstein (Hauptflöz), 6 Eisensteinschale, 7 rauchgrauer Jurakalk, 8 Doggeroolith und Eisensandstein. (Gümbel, 1868.)

Gümbel hatte zuletzt die Amberger Eisenerzlager für die allerersten, über den Schichtköpfen der älteren Formationen abgelagerten Sedimente des transgredierenden Cenomanmeeres gehalten, in welches eisenhaltige Quellen eintraten, die auf den, wie er glaubte, damals schon angedeuteten, im übrigen aber erst in der Tertiärzeit entstandenen Verwerfungsspalten emporgedrungen seien. Kohler bringt mit solchen Eisensäuerlingen die Metasomatose der Schichten in Zusammenhang und hält jene für die Nachwirkung der in der weiteren Umgegend nachweisbaren Basalteruptionen.

Von den übrigen Eisensteingruben der Amberger Gegend sei die am Etzmannsberg, nördlich von Amberg (Fig. 210), ferner die Gruben Caroline, von Siebeneichen, weiter gegen Süden zu die Lagerstätte bei Engelsdorf (Fig. 211) erwähnt. Auf der Vilsecker Verwerfung liegt die Luitpoldzeche bei Großschönbrunn und die Leoniezeche bei Auerbach, wo größere Massen von Spateisenstein nachzuweisen und die Erze nach Kohler wieder hauptsächlich an die Jurakalke gebunden sind. Die oberpfälzer Eisenindustrie reicht in sehr ferne Zeiten zurück; schon im Jahre 1367 haben 64 Hüttenwerke der Gegend von Amberg und Sulzbach die sogen. Hammervereinigung geschlossen. Gegen die Mitte des XIX. Jahrhunderts standen 30 Hochöfen im Betrieb. Jetzt ist der Bergbau auf den sehr zahlreichen Lagerstätten bedeutend zurückgegangen. Die Gruben versorgen die Hütten bei Amberg und das Eisenhüttenwerk Rosenberg bei Sulzbach. Im Jahre 1905 hat die Produktion des fiskalischen Bergbaues und der Hütte 54 620 t Erz bezw. 27 556 t Roheisen betragen.

Im Silurkalk des Berges **Rancié**[1]) bei Vicdessos im Dép. Ariège (Pyrenäen) werden unregelmäßig geformte Massen von Brauneisenstein abgebaut, welche aus Spateisenstein hervorgegangen zu sein scheinen. Die Gruben liegen nächst der Ortschaft Sem über den ganzen Berg zerstreut, der 900 m über Vicdessos und 600 m über das letztgenannte Dorf aufsteigt. Die Bergoberfläche zeigt an vielen Stellen die Spuren alter Weitungsbaue und Schürfe.

Die Lagerstätten werden von einem grauen Kalk von W.—O. Streichen und wechselndem, meist ziemlich steilem Einfallen umschlossen; sie liegen darin nicht völlig parallel mit den Schichten, sondern zeigen merkliche, wenn auch geringe Abweichungen im Streichen und ein etwas steileres Einfallen als diese. Im großen ganzen betrachtet, handelt es sich um eine gewaltige Erzzone von 900 m Länge und 500 m Breite, welche aus einer großen Anzahl bis über 300 m langer und 3—8, ja auch 20—25 m mächtiger, hintereinander liegender

[1]) Charpentier, La constitution géognostique des Pyrénées, 1823, 350, zitiert von v. Cotta. — Marrot, Sur le gisement, la nature et l'exploitation des mines de fer de Rancié (Ariège), et sur le traitement métallurgique des minérais que l'on en retire; Ann. d. Mines (2), IV, 1828, 301—326. — Dufrenoy, Sur la position géologique des principales mines de fer de la partie orientale des Pyrénées, accompagné de considérations sur l'époque, du soulèvement du Canigou, et sur la nature du calcaire de Rancié; ebenda (3), V, 1834, 307—344. — Durocher, Essai pour servir à la classification du terrain de transition des Pyrénées, et observations diverses sur cette chaîne de montagnes; ebenda (4), VI, 1844, 15—112. — Mussy, Description de la constitution géologique et des ressources minérales du Canton de Vicdessos et spécialement de la mine de Rancié; ebenda (6), XIV, 1868, 193—299. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, I, 677—690, Lit.



Erzkörper besteht, die bis zu mehreren hundert Metern Tiefe verfolgt worden sind (Fig. 212). Der Kalk ist dünnschichtig, manchmal auch schieferig. In der Nähe der Erzkörper wird er selbst eisenhaltig und rot. Stellenweise enthält er auch etwas Pyrit. Die von Roteisenerz herrührende Färbung des Kalksteins scheint auf die oberen Niveaus beschränkt zu sein. Das Nebengestein ist häufig von dem Erz durch eine tonige Zwischenmasse getrennt. Dort wo letzteres noch aus Spateisenstein besteht, ist eine zweifellose Verrohwandung wahrzunehmen. Die Erzkörper verzweigen sich manchmal und treiben besonders gern Ausläufer in das Liegende. Da sie hoch über dem Grundwasserspiegel liegen, so ist die Wasserzirkulation eine sehr lebhafte und das Liegende der Brauneisensteinmassen vielfach korrodiert und von Aushöhlungen und Nischen bedeckt. Jede der Erzmassen besteht gewöhnlich aus zahlreichen Anschwellungen, die unter sich entweder noch zusammenhängen oder bei ihrer Ausspitzung in eine tonerfüllte Kluft verlaufen, die dann zu einer andern Anschwellung hinüberführen

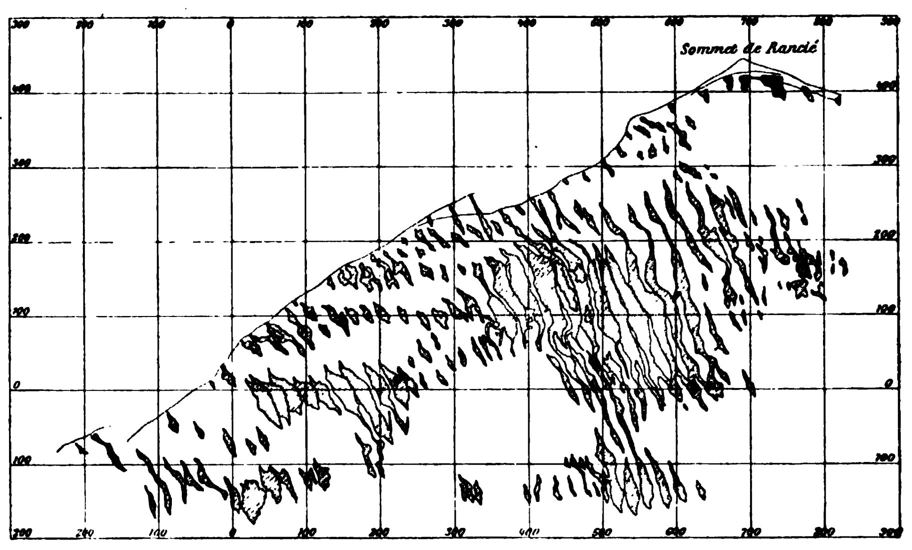


Fig. 212. Profil durch die Rancié-Lagerstätten. Die Zahlen bedeuten Meter. (Mussy, 1868.)

kann. Innerhalb der erzführenden Kalkmasse sind die Erzkörper in drei divergierende Zonen gruppiert, welche man als Erzsäulen im großen bezeichnet hat. Das Erz besteht fast nur aus Brauneisenstein, z. T. erdig, z. T. als Glaskopf und in stalaktitischen Massen, daneben aus erdigem, seltener aus dichtem Roteisenerz und etwas Eisenglanz. Es enthält einige Prozent Mangan als Manganit und Psilomelan. Spateisenstein, durchwachsen mit Quarz und mit Einsprengungen von Bleiglanz, Kupferkies und Blende samt Greenockit, tritt in den tieferen Bauen auf. Er ist jedenfalls das Muttermineral der jetzigen Erze gewesen.[1])

Der Bergbau von Rancié ist mindestens seit sechshundert Jahren im Betrieb. Zum großen Teil sind die Lagerstätten bereits abgebaut; Mussy hat berechnet, daß die alten Weitungsbaue bis 1868 ein Volumen von über einer Million Kubikmetern ausmachten und ihnen über 4700000 t Erz entnommen worden seien.

[1]) In der Literatur werden die Eisenerzlagerstätten des Rancié manchmal als Kontaktlagerstätten erwähnt; das ist, wie ich zufolge eines Besuches der Grube bestätigen kann, nicht zutreffend. Bergeat.

Andere Spateisensteinlager finden sich in den östlichen Pyrenäen am Fuße des etwa 2800 m hohen Gebirgsstocks des Canigou gleichfalls im Silur. In den Lagerstätten kommt auch Bleiglanz, Quarz, Pyrit, Kalkspat und Flußspat vor; die Erze sind stark manganhaltig. Von den zahlreichen Gruben sind diejenigen von Fillols die wichtigsten. Die Eisensteinlager erreichen gewaltige Mächtigkeiten bis zu 150 m, mehrere haben solche von 10—30 m. Sie sind seit uralten Zeiten abgebaut worden.

Die Manganerzlagerstätten der Pyrenäen sind zweierlei Art: eine sehr große Anzahl jetzt bedeutungsloser Vorkommnisse gehört zu den schichtigen Kieselmanganlagern (s. S. 249), der andere Typus ist scheinbar metasomatischer Entstehung. Ein Vorkommen letzterer Art ist dasjenige von **Las Cabesses,**[1]) zwischen Foix und Saint-Girons. Die Lagerstätte ist an einen etwa 300 m mächtigen Komplex weißer, roter, grüner oder schwärzlicher Kalke, der sogen. Griotte, gebunden, die einige Ähnlichkeit mit den deutschen Kramenzelkalken besitzen, von Kulmschichten überlagert und deshalb für oberdevonisch gehalten werden, während sie an anderen Stellen der Pyrenäen durch Fossilien des unteren Kohlenkalkes (z. B. Goniatites sphaericus) charakterisiert sind. Die Griotte nimmt samt Grauwacken, Kieselschiefern und Tonschiefern, unter denen sich mit Sicherheit auch unter- und mitteldevonische Formationsglieder nachweisen lassen, an der Zusammensetzung einer sehr stark gefalteten, aufgerichteten und gestörten paläozoischen Schichtenzone teil, die, weiterhin diskordant überlagert von jüngeren Ablagerungen, ein bis zu 900 m ansteigendes Hügelland bilden. Das Hangende der Griotte von Las Cabesses bilden u. a. die S. 448 erwähnten Phosphoritschichten.

Die 15 km östlich von Saint-Girons gelegene Lagerstätte von Las Cabesses wurde 1881—1890 in ihrem zu Manganoxyden verwitterten Ausstriche durch Tagebau bearbeitet; in der Tiefe von 20 m gingen diese Erze in das höchst reine Karbonat über, welches jetzt den Gegenstand des Bergbaues bildet. Die an sich sehr unregelmäßig gestaltete, zerlappte, stellenweise einem gebogenen und eingeschnürten Schlauch gleichende Lagerstätte ist durch Überschiebungen und Verwerfungen stark gestört und befindet sich infolge einer solchen Störung teilweise im Niveau des Culm. Das ungeröstete Erz enthält u. a. 40—42 % Mn, nur 1,5—2 % Fe, 6 % CaO und 0,04—0,05 % P; es ist kompakt, grau, braun oder rötlich, zeigt keine Schichtung und unterscheidet sich wenig von dem umgebenden Kalkstein. Auf Klüften findet sich Kalk- und Himbeerspat. Die wechselnden Querdurchmesser der Lagerstätte betragen stellenweise 50 und 12 bis 15 m, ihre vertikale Ausdehnung ist anscheinend keine große. Durch Verrohwandung geht das Mangankarbonat in den Kalkstein über.

Klockmann glaubt nicht an eine metasomatische Entstehung der Lagerstätte von Las Cabesses, die wenigstens hinsichtlich ihrer Form scheinbar eine große Ähnlichkeit mit den Lagerstätten von Rancié und von Hüttenberg besitzt, indem er bemerkt, daß keine Zufuhrkanäle für die ehemaligen Manganlösungen nachgewiesen worden sind. Er hält folgende Erklärung für möglich: „Bei der Sedimentation des Kalkes und vor seiner Festwerdung und Bankung sonderte sich der durch die ganze Masse vorhandene geringe Mangangehalt von vornherein aus und lokalisierte sich zu den jetzt vorliegenden linsenförmigen Massen.“ Vital (zitiert von Klockmann) dachte sich die Karbonatlagerstätte entstanden durch die Umwandlung der Griotte mittels längs der Klüfte und Überschiebungen abwärts strömender Manganlösungen, wogegen Klockmann jene Störungen für jünger hält als die Lagerstätte. Außer dem Vorkommen von Las Cabesses ist

[1]) Levat, Mémoire sur les phosphates noirs des Pyrénées; Ann. d. mines (9), XV, 1899, 5—100, bes. 65—68. — Klockmann, Manganerze und anderweitige Lagerstätten der französischen Pyrenäen; Ztschr. f. pr. Geol., 1900, 265—275, Lit.



noch eine ganze Reihe anderer, weniger ergiebiger in derselben Gegend abgebaut worden.

Die Brauneisenerz-Manganerzmassen, welche am Ostabhange des **Monte Argentario**[1]) bei Santo Stefano an der toskanischen Küste abgebaut werden, bilden nach Lotti unregelmäßige Einlagerungen in zelligem Rhätkalk längs der Grenze gegen permische Quarzit- und Tonschiefer. Sie bestehen größtenteils aus teilweise ockerigem Brauneisenerz, das von unregelmäßigen Ansiedelungen von Manganerz durchtrümert wird; letzteres kann stellenweise vorherrschen. Der löcherige Kalkstein selbst ist manchmal von etwas Manganerz imprägniert oder gleichfalls mit Trümern von solchen durchädert, Bruchstücke des Kalksteins wie stellenweise auch der permischen Schiefer werden von dem Erze verkittet; bei der Ansiedelung des letzteren ist auch viel sekundärer Kalkspat gebildet worden. Die Hauptmasse der Erze scheint im Kalkstein zu liegen, wo jetzt eine 250 m lange und 30 m hohe Lagerstätte abgebaut wird. Das Erz ist arm an Phosphor und Schwefel und enthält durchschnittlich 50 % Eisen und Mangan; die wechselnden Mengen dieser Metalle schwanken zwischen 10 und 40 %. Die Produktion betrug im Jahre 1901 noch 24 290 t, hatte aber 1899 fast 30 000 t erreicht.

Die Roteisensteine von Whitehaven in **Cumberland**[2]) und Furneß in **Lancashire** kommen hauptsächlich im Kohlenkalk (Mountain limestone), seltener im Silurkalk vor. Der Kalkstein bildet bis über 100 m mächtige Massen und enthält das Erz in Spalten und längs derselben in Aushöhlungen, welche da und dort muldenförmig unter dem glazialen Oberflächenschutt, indessen auch in größerer Tiefe angetroffen werden. Das Erz ist innerhalb des Kalksteins an keinen bestimmten Horizont gebunden. Von Interesse sind solche Vorkommnisse, wo der Eisenstein unmittelbar unter dem hangenden Millstone grit (unteres Oberkarbon) auftritt; solche Massen sind fast flözähnlich und haben eine in selteneren Fällen bis zu 20 m steigende Mächtigkeit, welche indessen bei demselben Vorkommen schwanken kann, indem unveränderte Kalksteinpfeiler vom Liegenden her die Erzmasse einschnüren. In der letzteren liegen auch häufig noch unveränderte Kalksteinbänke. Der Ausstrich einer solchen Lagerstätte besitzt z. B. zu Parkside bei Whitehaven eine Oberfläche von 18 acres (ca. 75 000 qm). Andere Vorkommnisse sind an die Auflagerungsfläche zwischen dem Kohlenkalk und silurischem Schiefer gebunden oder sie liegen bei beträchtlicherem Schichtenfallen teils auf dem Schiefer, teils auf Kalkstein. Eine solche Lagerstätte zu Martin in Furneß war 70 m lang, 60 m breit und über 15 m tief.

Das Erz ist meist dichter, häufig glaskopfartiger Roteisenstein, in welchem mitunter zahlreiche ganz oder teilweise umgewandelte Versteinerungen gefunden wurden; in Furneß kommt außerdem auch massenhafter Eisenglimmer vor. Die Eisensteine enthalten durchschnittlich etwa 10 % SiO_2, meistens ungefähr 1 % $CaCO_3$, gewöhnlich weniger als 1 % Mn und etwa 0,03 % P_2O_5 und sind fast

[1]) Catalogo della mostra fatta dal Corpo Reale delle Miniere all'Esposizione universale del 1900 a Parigi, 58—59. — Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 97—98.

[2]) Kendall, The iron ores of Great Britain and Ireland, 1893, 54—117, 290 bis 311. — Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 247—252. — Hämatitvorkommen und Abbauweise derselben in Cumberland, England; Berg- u. Hüttenm. Ztg, LXII. 1903, 23—25, nach Jernkont. Ann., LII.

schwefelfrei. Der Whitehaven-Distrikt liefert schön kristallisierte Mineralien, wie Kalkspat, Dolomit, Aragonit, Schwerspat, Pyrit, Quarz, seltener Göthit, Manganit, Siderit, Xanthosiderit, auf den Brigigg-Gruben auch Flußspat und Hausmannit. Die wegen ihrer schönen Stufen besonders wohl bekannte Frizington-Grube liegt der Parkside-Mine benachbart.

Lancashire und Cumberland hatten im Jahre 1882 ihre höchste Eisensteinproduktion, welche in ersterer Grafschaft über 1700000 t, in letzterer fast 1500000 t aufwies. Die großartigste Förderung hatte in den letzten Jahren die Grube Hodbarrow bei Millom in Cumberland, welche auf einer Lagerstätte baute, die im Streichen 915 m, im Einfallen 365 m maß und bis zu 38 m, im Mittel 20 m, mächtig war. Aus dieser Masse sind im Jahre 1895 gegen 500000 t Hämatit gefördert worden.

Manche sonst bleiglanzführende Lagerstätten im Kohlenkalk der Gegend von Alston Moor und Allenheads in Cumberland und von Weardale in Durham[1]) werden durch das Überhandnehmen von Spateisenstein, der häufig in Brauneisenerz übergegangen ist, zu wichtigen Eisenerzlagerstätten (Fig. 213). Sie bestehen in mehrere Meter mächtigen Gängen, die sich als manchmal eng übereinander liegende „flats" zwischen den Schichten ausbreiten können. In Weardale sind die Gänge in den mit dem Kalkstein wechsellagernden Sandsteinen und Schiefern nur sehr schmal, auch im Kalkstein erreichen sie nur bis zu 45 cm, während die von ihnen ausgehenden flats bis 5,5 m anschwellen können. Neben den Lagerstätten wird der Kalkstein selbst eisenreicher.



Fig. 213. Die Eisensteinlagerstätte von Manor House bei Alston. (Phillips, 1896.)

Die Eisenerzlagerstätten der Umgebung von **Bilbao**[2]) in der Provinz Vizcaya liegen wenige Kilometer von der atlantischen Küste und dem kleinen Hafen Portugalete, sowie von dem in seinem kurzen Unterlaufe schiffbaren

[1]) Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 244—247.

[2]) Baills, Les mines de fer de Bilbao; Ann. d. mines (7), XV, 1879, 209 bis 233. — Czyszkowsky, Exploration géologique de la région ferrifère de Bilbao-Sommorostro, 1879. — Caron, Bericht über eine Instruktionsreise nach Spanien im Jahre 1878; Ztschr. f. d. Berg-, Hütten- u. Sal.-Wes., XXVIII, 1880, 105—147. — Adán de Yarza, Apuentes geologicos acerca del criadero de hierro de Sommorostro; Bol. del Map. geol., IV, 1877; zitiert von Caron. — Ders., Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya; Mem. Com. del Mapa geológ. d. España, 1892. — Revaux, Die Eisensteingruben bei Bilbao; Génie civil, 1883, No. 12 u. 13; danach Ztschr. Ver. deutsch. Ing., XXVIII, 1884, 61. — Wedding, Die Eisenerze an der Nordküste von Spanien, in den Provinzen Vizcaya und Santander; Verh. Ver. z. Förd. des Gewerbefl., LXXV, 1896, 293—321. Mit geol. Karte v. Yarza. — Gill, On the present position of the iron ore industries of Biscay and Santander; Journ. Iron and Steel Inst., L, 1896, 36—103; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 105. — Habets, Note sur l'état actuel des mines de fer de Bilbao; Rev. univ. d. min. (3), III, 1888, 4. trim., 1—15. — Gandolfi, Les mines de Sommorostro; ebenda 16—42. — Das Eisenerzlager von Bilbao, nach Gill, Baills und Pourcel; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVI, 1888, 164—166, 182—183.

Nervion-Flusse entfernt. Sie gehören gegenwärtig noch zu den großartigsten, besonders für die englische Eisenindustrie höchst wichtigen Eisensteinvorkommnissen. Nach Yarzas Karte besteht der kantabrische Küstenstrich zwischen San Sebastian und Santander, in dessen Mitte Bilbao liegt, hauptsächlich aus Schichten des Cenoman, die stellenweise von Trachyt und Diabas durchbrochen werden, in der dem Urgo-Aptien angehörenden Erzzone aber aus glimmerigen Sandsteinen und Sanden mit zahlreichen Auflagerungen von festem Kalkstein. An letztere sind die vielen großen und kleinen Eisensteinmassen gebunden. Das Erzgebiet beginnt 4 km südöstlich von Bilbao bei Ollargan, El Morro und Miravilla und erstreckt sich in nordwestlicher Richtung 24 km weit mit einer Breite von ungefähr 6 km. Es zerfällt in sieben Reviere, von denen diejenigen von Triano, Sommorostro, sowie das von Matamoros die wichtigsten sind. Gegen SW. zu ist das äußerste Revier dasjenige von Galdames, Sopuerta und Arcentales. Im großen ganzen liegen die Erzlagerstätten auf dem nordöstlichen und südwestlichen Flügel eines flachen kretazeischen Schichtensattels. Die Eisenerze ersetzen teilweise den Kalkstein, finden sich aber auch in Spalten und Höhlen desselben und werden ihrerseits häufig von einem mergeligen Requienien-Kalk bedeckt. Da der erzführende Kalkstein selbst dem Sandstein aufgelagert ist, so ist ihre Mächtigkeit beschränkt. Die Eisenerz-Lagerstätten ruhen großenteils unmittelbar auf dem letzteren und werden wie der Kalkstein von Verwerfungsspalten durchsetzt, die im Sandstein nicht erzführend sind. Reste des Kalksteins in dem Eisenerz lassen die metasomatische Natur des letzteren erkennen. Die obersten Partien der großen Erzmassen von Triano und Sommorostro bildete der als Campanil bezeichnete harte Roteisenstein, wenn das Lager von dem Requienienmergel bedeckt war; er läßt an der Struktur häufig noch seine Herkunft aus dem Spateisenstein erkennen und ist von Kalkspat durchwachsen. Dieses Erz wurde anfangs lebhaft abgebaut und ist jetzt fast erschöpft. Ähnliche Zusammensetzung besitzt die Vena dulce, die aber sehr weich und bröckelig und kalkärmer ist. Auch sie erweist sich als eine Pseudomorphose nach Spateisenstein. Sie findet sich nie in den zutage liegenden Partien der Lager, sondern sowohl unter dem Campanil wie unter dem Rubio. Der Campanil und die Vena dulce sind rote Eisensteine, der Rubio ein harter Brauneisenstein; er bildete die Ausstriche der Lager. Die tiefliegenden Spateisensteine sind erst in neuerer Zeit in Abbau genommen worden. Zwischen den Erzsorten finden Übergänge statt. Die bedeutendste Erzmasse, diejenige von Triano bei Sommorostro, liegt frei zutage und war 3080 m lang und mehr als 1000 m breit; ihre Mächtigkeit beträgt noch bis zu 30 m, sie wird aber in wenigen Jahren abgebaut sein; das benachbarte Lager von Orconera ist ungefähr 2000 m lang und fast 1000 m breit.

Die Eisenerze von Bilbao sind schon im Altertum bekannt gewesen und bis in das XIX. Jahrhundert von zahlreichen kleinen baskischen Hüttenbetrieben verschmolzen worden. Noch vor 1870 war der Erzexport durch lokale Ausfuhrbestimmungen so erschwert, daß z. B. 1866 nur 13000 t ins Ausland gingen. Seit 1870 hob sich Export und Förderung; letztere betrug 1877 schon 1250000 t, 1885 über 2 Mill., 1895 über 3 Mill., 1903 4760000 t gegenüber einer Gesamtförderung Spaniens von etwa $8^1/_2$ Mill. t. Auf den großen Gruben

der Gesellschaften Orconera, Franco-Belga und Martinez Rivas wurde fast nur Rubio, außerdem Spateisenstein und nur mehr ganz wenig Campanil gewonnen; das Erz ist phosphor- und schwefelarm und war deshalb von jeher für die Stahlfabrikation gesucht. Die Ausfuhr ging stets zum größten Teile nach England, in zweiter Linie auch über Holland nach Deutschland. Die Lagerstätten sind ihrer Erschöpfung nahe.

Wedding zitiert u. a. folgende Analysen der Erze von Orconera:

	Vena	Campanil	Rubio	Spateisenstein
FeO	—	—	—	56,34
Fe_2O_3	79,36	78,03	78,29	3,36
Al_2O_3	1,44	0,21	1,15	0,09
Mn_3O_4	0,70	0,86	0,74	2,10
CaO	1,00	3,61	0,50	1,80
MgO	0,55	1,65	0,02	0,25
SiO_2	8,10	5,91	8,80	1,20
SO_3	0,10	0,01	0,05	1,20
S	0,05	Spur	0,04	—
P_2O_5	0,03	0,03	0,02	0,02
CO_2	} 8,25	5,00	—	33,64
H_2O		4,60	10,55	—
Fe	55,97	54,62	54,80	45,73

Bohnerzartige Eisensteine bilden im Cabarga-Gebirge, 6 km südlich von Astillera und in den Tälern von Cabarceno und Solares bei Santander tonige Auflagerungen von wenig Zentimetern bis zu mehreren Metern Mächtigkeit auf dolomitischem Kalkstein und in Taschen desselben. Das Eisenerz macht 20 bis 30% der Masse aus, enthält im gewaschenen Zustand 46—59% Eisen und ist ziemlich schwefel- und phosphorhaltig. Ähnliche Beschaffenheit zeigen auch die mächtigen Eisenerze von Ollargan bei Bilbao. In der Provinz Santander wurden im Jahre 1903 1360000 t Eisenstein gefördert.

Metasomatischer Entstehung sind nach Pié y Allué[1]) die zahlreichen im östlichen Spanien an Kalksteine gebundenen Eisensteinlager. Solche folgen in großer Zahl und in kilometerweiter Aneinanderreihung der Nordabdachung der Sierra Alhamilla, welche die Fortsetzung der Sierra de Gadór bildet, finden sich in der Sierra de Bédar, in der Sierra de Enmedio an der Grenze zwischen Almería und Murcia, und zu Morata an der Grenze von Lorca. Pié y Allué läßt die Frage offen, ob diese Lager, deren geologisches Vorkommen ein recht verschiedenes ist, in der Teufe in Spateisensteine übergehen oder die eisernen Hüte sulfidischer Lagerstätten sind. So enthalten die Eisenerze von Herrerías de Cuevas auch gediegen Silber, Weißbleierz und Bleivitriol.

Hier mögen einige Eisenerzlagerstätten des Staates Missouri genannt sein, deren Entstehung nicht sicher bekannt ist. Sie liegen ungefähr 120 bis 130 km südlich von Saint Louis im Iron County und Madison County, bei den Orten Ironton, **Pilotknob** und **Iron Mountain.**[2]) Am Pilotknob, einem

[1]) Über die Eisenerz- und Bleierz-Lagerstätten im östlichen Spanien; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLI, 1893, 73—100. Auszug aus Revist. Min., Met. y de Ing., 1892. — v. Fircks, Über einige Erzlagerstätten der Provinz Almería in Spanien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1906, 142—150.

[2]) A. Schmidt, Iron ores of Missouri; Geol. Surv. Miss. Rep., 1872. — Credner, Die Eisenerzlagerstätten in Missouri; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 118—119,



gegen 200 m über die Ebene aufragenden Kegel, sind zwei Roteisenerzlager eingeschaltet zwischen vorkambrischen Quarz-Porphyrbreccien und- Strömen und begleitet von Tonschiefer, der nach Kemp aus einem Tuff hervorgegangen sein könnte. Das untere der beiden Lager ist das reichere; es ist 25—40 Fuß dick und besteht aus einem dichten, phosphorarmen Roteisenstein, das obere ist nur 6—10 Fuß mächtig. Die Lager, deren Bedeutung weit überschätzt worden ist, sind jetzt beinahe abgebaut. Die Roteisensteine des Pilotknob liegen vollkommen konform zwischen den Schichten des Nebengesteins und umschließen schmale Bänder des letzteren. Sie fallen ziemlich flach ein. Es mag bemerkt werden, daß Stapff das Nebengestein als Hälleflinta und Tonschiefer bezeichnet hat. Man möchte hier von echten Lagern sprechen, und sie sind auch von Nason für solche erklärt worden. Es bleibt aber dann merkwürdig, daß in der Umgebung des Pilotkonob auch zweifellose Gänge derselben Erze und in demselben Nebengestein auftreten. A. Schmidt hat wohl aus diesem Grunde angenommen, daß die Lagernatur nur eine scheinbare und das Erz später unter Verdrängung von Nebengestein eingewandert sei. Kemp bevorzugt diese Auffassung. Andere Roteisensteinlagerstätten befinden sich im Iron Mountain, 10 km N. vom Pilotknob, und am Sheperd Mountain. Wie der Pilotknob, so bestehen auch diese beiden aus Porphyr, die in ihnen aufsetzenden Lagerstätten sind aber Gänge von dichtem, fast reinem Roteisenerz mit etwas Martit, Apatit und nur wenig Quarz. Der Iron Mountain wird von silurischen Sedimenten ummantelt, die jünger sind als die Porphyrkuppe. An seinem Fuße liegt ein Agglomerat von Erzbrocken, das in tonige Verwitterungsprodukte des Porphyrs eingebettet ist und als eine Art Gehängeschutt betrachtet wird. In früherer Zeit sind diese Erze unterirdisch abgebaut worden. Der Porphyr, in welchem die Roteisenerzgänge aufsetzen, ist hochgradig kaolinisiert.

2. Metasomatische Lagerstätten und Höhlenfüllungen mit Blei-, Zink- (und Kupfer-) Erzen.

Der primäre Mineralbestand dieser Lagerstätten ist fast stets ein einfacher; Bleiglanz und Zinkblende (z. T. auch Wurtzit) bilden die Haupterze, beide finden sich nicht selten in großen Kristallen, der Bleiglanz mit Vorliebe im vorwaltenden Oktaeder. Der Silbergehalt des unveränderten Bleiglanzes ist in der Regel gering; die verwitterten Ausstriche sind indessen auch hier manchmal so silberreich, daß viele solche Lagerstätten besonders in Amerika als Silberlagerstätten abgebaut worden sind. Die Zinkblende enthält mehr oder weniger Kadmium. Der Goldgehalt der primären Erze ist in den meisten Fällen höchstens ein spurenhafter. Bemerkenswert ist hier das Zurücktreten des Kupferkieses, der scheinbar nie in der Massenhaftigkeit auftritt wie der Bleiglanz und die Zinkblende, auf vielen Lagerstätten überhaupt fast vollständig fehlt. Von den Bisulfiden des Eisens hat der Markasit eine große Verbreitung und scheint im ganzen häufiger zu sein als der Pyrit; ein massenhaftes Auftreten derselben kann, wie z. B. in Oberschlesien, für sich der Gegenstand des Bergbaues werden. Antimon und besonders Arsen sind auf diesen Lagerstätten im ganzen nicht sehr verbreitet; ihr völliges Fehlen bedingt einen Vorzug z. B. des Kärntener

---

Lit. — Stapff, Pilotknob und benachbarte Eisenerzlagerstätten in Missouri; ebenda L, 1891, 311—313, 319—323. — Kemp, Ore deposits, 1900, 155—158, Lit. — Pošepný, Die Eisenerzlagerstätten von Missouri; in Ber. ü. d. Weltausst. in Philadelphia 1876, XXIII. 1878, bes. 205—210.

Bleies. Zinnober kennt man als junge oder jüngste Bildung auf manchen Lagerstätten in Spanien, Sardinien und Nordafrika. Quarz fehlt manchmal vollständig, in anderen Fällen, wie in Missouri bedingt er eine Verkieselung, der Erze und des Nebengesteins. Schwerspat ist nicht selten, Strontianit und besonders Cölestin[1]) stellenweise anzutreffen; Flußspat kommt u. a. zu Bleiberg, Raibl, Hermagor und Laurium vor.

Durch die Verwitterung erfahren diese Lagerstätten eine Anreicherung bezw. chemische Aufschließung hinsichtlich ihres Silber-, Gold- und Kupfergehaltes. Die in früherer Zeit besonders in den trockenen Gebieten Nord- und Südamerikas mit großem Gewinn abgebauten Silberlagerstätten waren häufig nichts anderes als bis zu oft sehr großer Teufe verwitterte metasomatische Bleiglanzlagerstätten. Leadville, Aspen, Park City, der Bingham-Distrikt, Eureka, Lake Valley, manche kurzlebige Bergbaue in Peru, der alte Silberbergbau in Attika sind Beispiele dieser Art. Auf die großartige Veredelung der an Kalksteine gebundenen, teilweise zu den Kontaktlagerstätten gehörenden kupferhaltigen Kiesmassen ist die heutige Bedeutung Arizonas als eines der wichtigsten Kupferländer zurückzuführen. Ähnliches gilt für die Umwandlung des Bleiglanzes. Eine ganz besondere Bedeutung haben aber viele solcher Lagerstätten schon seit langer Zeit wegen ihres Reichtums an Galmei; sein Vorkommen ist für die in Kalkstein aufsetzenden zinkhaltigen Lagerstätten geradezu bezeichnend.[2]) Es finden sich nirgends sichere Beweise für eine primäre, mit dem ursprüng-

---

[1]) Stellenweise, wie in Waldeck und in England tritt der Cölestin in Hohlräumen von Kalkstein so massenhaft auf, daß er Gegenstand der Gewinnung geworden ist. Nachstehend folge eine Zusammenstellung von Literatur über wichtigere Cölestin- und die gangförmigen Strontianitvorkommnisse: Holzapfel, Cölestinvorkommen im Zechstein von Giershagen und Gembek im Waldeckischen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 388—389. — Baker, Cölestinablagerungen der Umgebung von Bristol; Proc. Brist. Natural. Soc. N. Ser. (9), 1901, 161; Kurzes Ref. Ztschr. f. Krist., XXXVII, 1903, 306. — Scott, Notes on the minerals of Strontian, Argyllshire; Quart. Journ. Geol. Soc., XXVII, 1871, 372—376. — Koch, Ein neues Cölestin- und Barytvorkommen in der Nähe von Torda in Siebenbürgen; Tscherm. Mitt., IX, 1888, 416—422. — Menzel, Beschreibung des Strontianit-Vorkommens in der Gegend von Drensteinfurt, sowie des daselbst betriebenen Bergbaues; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1881, II, 125—143. — Vénator, Über das Vorkommen und die Gewinnung von Strontianit in Westfalen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLI, 1882, 1—4, 11—13, 18—19. — Gante, Die Entwicklung des Strontianitbergbaues im Zentrum des westfälischen Kreidebeckens während des letzten Jahrzehnts; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXVI, 1888, 210—214. — Götting, Das Strontianitvorkommen in Westfalen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVII, 1889, 113—116. — Beykirch, Über den Strontianit des Münsterlandes; N. Jahrb., Beil.-Bd. XIII, 1899—1901, 389—433, Lit. — Über den sizilianischen Cölestin siehe S. 457—461.

[2]) Delanoüe, Géogénie des minerais des zinc, plomb, fer et manganèse en gîtes irreguliers; Ann. d. mines (4), XVIII, 1850, 455—473. — Lodin, Sur l'origine des gîtes calaminaires; Bull. soc. géol. de France (3), XIX, 1891, 783—793; Ref. N. Jahrb., 1893, I, —80—. — Neminar, Über die Entstehung der Zellenkalke und verwandter Gebilde; Tscherm. Mitt., 1875, 251—282.

lichen Sulfidbestand der Lagerstätten gleichzeitige Herkunft dieses Zinkerzes, sondern stets scheint es aus der Zinkblende hervorgegangen zu sein. Gewöhnlich ist der Zinkspat (Smithsonit), $ZnCO_3$, der Hauptbestandteil des als Galmei bezeichneten Erzes, seltener überwiegt das Kieselzinkerz (Calamin), $[Zn.OH]_2SiO_3$, der neben dem Zinkspat als ein jüngeres Produkt noch weiter vorgeschrittener Umwandlung aufzutreten pflegt; als allerjüngste Neubildung findet sich die Zinkblüte, $Zn[OH]_2.[Zn.OH]_2CO_3$. Der Willemit, Zn_2SiO_4, ist gewöhnlich selten, soll aber zu Bu-Thaleb in Algier massenhaft auftreten. Ein großer Teil des Galmeies ist ein Produkt der chemischen Umlagerung; das aus der Zinkblende hervorgehende leichtlösliche Zinksulfat wird auf der Wanderung im Kalksteingebirge in größerer oder geringerer Nähe der sulfidischen Erzlagerstätten durch das Kalk- und Magnesiakarbonat in Karbonat verwandelt. Auf solche Weise können unter dem Einfluß nach der Tiefe sickernder Tagewässer längs jüngerer Abzugskanäle metasomatische Lagerstätten zweiter Ordnung entstehen; die zellige, rauchwackenartige Struktur, die stalaktitische Erscheinungsweise, die Form der oberflächlich stockförmigen, nach unten zu sich verengenden Lagerstätten, sowie Pseudomorphosen lassen über die Entstehungsweise dieser Galmeilagerstätten keine Zweifel. Oft beobachtet man, daß mit der Bildung dieser die Dolomitisation des Nebengesteins weiter fortgeschritten ist. Die Anwesenheit reichlicher Gipsmengen scheint stellenweise mit dem Bildungsvorgang des Galmeies zusammenzuhängen. Die Umwandlung der Sulfide muß ganz allgemein zu einer weiteren Zersetzung des Kalksteins führen und ist deshalb manchmal von einer Erweiterung der ursprünglichen Hohlräume und dazu von einer intensiven Tonbildung begleitet. Tonmassen, die selbst oft Galmei in feiner Verteilung enthalten, überlagern gern die an die Nebengesteinswände gebundenen Galmeiabsätze. Durch die Zersetzung des eisenhaltigen Kalksteins einerseits, der Pyrite andererseits entstehen Brauneisenerzmassen, die an sehr vielen Orten gleichfalls den Gegenstand des Bergbaues bildeten, manchmal noch, nachdem der Blei- und Zinkgehalt der Lagerstätten schon erschöpft oder nicht mehr bauwürdig war. Rote, tonige, auch zellige und häufig zinkhaltige Eisenhydroxyde oder Oxyde pflegen allenthalben den Ausstrich dieser Bleiglanz-Zinkblende- oder Galmeilagerstätten zu bezeichnen.[1]) Die mit der Umwandlung Hand in Hand gehenden Auslaugungen führen manchmal zu Zusammenbrüchen, noch bevor die Galmeibildung zum Abschluß gelangt ist. Als ein merkwürdiges, gerade auf diesen Bleierzlagerstätten manchmal einbrechendes sekundäres Bleierz ist das Gelbbleierz zu erwähnen; Phosgenit (Hornbleierz, $[PbCl]_2CO_3$) findet sich stellenweise.

[1]) Bekannt ist, daß über dem Ausstrich von Galmeilagerstätten gern das Galmeiveilchen, Viola lutea var. calaminaria (Kelmesblume), blüht, so z. B. zu Raibl, in Oberschlesien, Belgien, Westfalen und in Nordamerika. Auch andere Minerallagerstätten werden von gewissen Pflanzen als Standort bevorzugt; so blüht in Spanien der Convolvulus althaeoides gern über Phosphoriten, die Birke begleitet im Siegerland weithin die Eisenerzlager, Amorpha canescens ist als eine bleiliebende Pflanze in weiter Verbreitung in Illinois, Wisconsin und Michigan bekannt, Erigonum ovalifolium soll nach Raymond eine Silberpflanze sein. (Raymond, Indicative plants; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XV, 1887, 644—660. Mit Abbildungen.)

Die ausgezeichnete Bänderung der Erze, die unvollkommene Ausfüllung der Hohlräume, das Auftreten von Bleiglanz-, Zinkblende- und Pyritstalaktiten, die manchmal sogar eine einseitswendige Richtung besitzen,[1]) ist bei zahlreichen Lagerstätten Deutschlands, der Alpen und im Missourigebiete ein sicherer Beweis, daß ihre Bildung teilweise in offenen Höhlen statthatte. Die Stalaktiten lassen keinen Zweifel darüber, daß zu gewissen Zeiten während des Erzabsatzes oder am Schlusse desselben von der Decke der wenigstens teilweise wasserleeren Höhlen Minerallösungen niederträufelten. Derlei Absätze kommen bei Aachen gerade in einem solchen Gebiete vor, wo ein Zusammenhang der Höhlenfüllungen und metasomatischen Lagerstätten mit nach oben zu sich verlierenden Gangspalten zweifellos, die Mineralzufuhr also sicher von unten her erfolgt ist.

Die Beweiskraft solcher Gebilde für die Annahme, daß die Bildung der sie beherbergenden Lagerstätten nur durch Lösungen geschehen sei, die von obenher in den Kalkstein eindrangen, ist schon deshalb eine geringe. Sie wird gleichwohl neuerdings noch von besonders vertrauten Kennern für manche Lagerstätten wie in Missouri, zu Wiesloch, in Oberschlesien betont, wogegen andere eine Mineralzufuhr von unten längs nachgewiesener Spalten behaupten. Jene nehmen an, daß der Metallgehalt der niedersteigenden Lösungen der ehemaligen, jetzt verschwundenen Schichtenbedeckung entstamme und während deren Zerstörung schrittweise in die Tiefe gewandert sei. Andere sind geneigt, die Erzführung unmittelbar aus dem Nebengestein herzuleiten und in den Lagerstätten nur das Ergebnis einer Metathese zu sehen.[2]) Höfer hat berechnet, daß zur Enstehung der oberschlesischen Bleierze ein Bleigehalt von 0,00069 % im nicht dolomitisierten Muschelkalk genügt haben würde. In der Tat dürften Spuren eines Blei- und ganz besonders eines Zinkgehalts in vielen Kalksteinen nachweisbar sein. Blei erkannte Hilger[3]) in verschiedenen Muschelkalken, Zinkblende und Bleiglanz kommen insbesondere im Wellenkalk mitunter in Einsprengungen vor,[4]) Beyrich erwähnt sein Auftreten im oberen Muschelkalk,[5]) nach Eichhorn wäre der Stringocephalenkalk und der Lenneschiefer der Iserlohner Gegend etwas zinkhaltig. Nach Dieulafait[6]) ergab die Untersuchung von 144 Proben von Dolomit und dolomitischen Kalken aus dem Muschelkalk, Keuper und aus dem jurassischen Horizont der Terebratula moravica des südwestlichen Frankreich und der Alpen bei Anwendung von höchstens 100 g einen deutlichen Zinkgehalt. Den geringen Blei- und Zinkgehalt von Sedimenten des Mississippigebietes hat man in der besagten Weise zur Erklärung der dortigen Lagerstätten herangezogen und endlich sei daran erinnert, daß nicht nur der Kupferschiefer Mitteldeutschlands, sondern auch der ihn überlagernde

[1]) Wabner, Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 362—363.

[2]) v. Groddeck, Erzlagerstätten, 104.

[3]) Sandberger, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXIX, 1880, 339.

[4]) Schalch, Beitrag zur Kenntnis der Trias am südöstlichen Schwarzwald, 1873.

[5]) Beyrich, Zinkblende im oberen Muschelkalk von Thale; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIII, 1881, 700.

[6]) Existence du zinc à l'état de diffusion complète dans les terrains dolomitiques; Compt. rend., XCVI, 1883, 70—72; Ref. N. Jahrb., 1883, II, 61.

Zechsteinkalk, wenigstens im Mansfeldischen, Spuren von Blei und Zink enthält (S. 397). Daß trotz alledem die Entstehung der in Rede stehenden Lagerstätten durch Lateralsekretion oder Deszension nicht wahrscheinlich ist, ergibt sich aus ihrem lokalen Auftreten, ihrer im gleichen Distrikt oft recht ungleichmäßigen Erzführung und aus anderen weiter unten ausführlicher behandelten Einwürfen gegen eine zu sehr verallgemeinerte Annahme solcher Vorgänge.

Wie gesagt ist die stoffliche Zusammensetzung der in Rede stehenden Sulfidlagerstätten eine bemerkenswert einfache. Bleiglanz und Zinkblende in sehr wechselnden Verhältnissen, nicht selten in demselben weiteren Distrikt jedes fast für sich allein auftretend, sind die Hauptträger des nutzbaren Metallgehalts. Seltener, wie z. B. im La Motte-Distrikt in Missouri, werden sie von bauwürdigen Kobalt- und Nickelerzen begleitet. Die teils metasomatisch, teils als wirkliche Höhlenfüllungen auftretenden Lagerstätten im Rheinland, in Belgien, in Schlesien, in den Alpen oder im Mississippi- und Missourigebiet, stehen in keinem nachweisbaren Zusammenhang mit irgendwelchen Eruptivgesteinen und sie gleichen darin vielen Bleiglanzzinkblendegängen. Sie sind sicher aus Lösungen von nur geringer Reaktionsfähigkeit und wohl verhältnismäßig niedriger Temperatur ausgeschieden; mit ganz wenig Ausnahmen enthalten sie keine nennenswerten Kupfermengen. Wo Kupfererze in größerer Menge vorhanden sind, befinden sich die Lagerstätten scheinbar fast immer im Bereich eruptiver Durchbrüche, auf deren Nachwirkungen sie mit mehr oder weniger Recht zurückgeführt werden dürfen. Sie sind dann wohl auch durch einen besonders in den verwitterten Erzen bemerkbaren Gehalt an Gold und Silber ausgezeichnet (Colorado, Utah) und stehen zweifellos den eigentlichen Kontaktlagerstätten schon ziemlich nahe.

Die Galmeilagerstätten hatten schon lange, bevor die Darstellung des metallischen Zinks gelungen war, eine große Bedeutung für die Messingfabrikation: Messing war bereits bei den Griechen und Römern in Gebrauch; das Zink scheint schon im XIII. Jahrhundert bekannt gewesen zu sein, wurde schon anfangs des XVI. Jahrhunderts in kleinen Mengen in Goslar hergestellt und gelangte um dieselbe Zeit aus Indien nach Europa, wo es als „spianter" in den Handel kam.[1]) Im Jahre 1742 stellte Schwab, im Jahre 1746 Marggraf Zink in geschlossenen Gefäßen dar; das nach 25 jährigen Versuchen von dem Lütticher Daniel Dony um 1805 erfundene Verfahren der Zinkfabrikation bildet noch heute die Grundlage der belgischen Zinkdarstellung. In Oberschlesien gelang im Jahre 1798 Ruberg dieselbe Erfindung. Im Jahre 1807 wurde die erste Zinkhütte zu St. Léonard bei Lüttich, 1808 zu Königshütte in Oberschlesien gegründet. Noch im Jahre 1846 betrug die Zinkproduktion nur etwa 20000 t, nahm aber nach Erschließung zahlreicher Galmeivorkommnisse in den 1850 er Jahren einen solchen Aufschwung, daß schon 1866 ungefähr 100000 t hergestellt wurden; gegenwärtig beträgt die Jahresproduktion etwa $^1/_2$ Million t, wovon ungefähr der dritte Teil auf Deutschland entfällt.

Zu der großen Zahl der Erzgänge, welche das Schiefergebirge zu beiden Seiten des Rheines durchsetzen, treten als ein besonderer, durch die Art des

[1]) Von diesem indischen Worte leitet sich die heute in England für Rohzink übliche Bezeichnung „spelter" her. Vergl. das Schriftchen: „Die Zinkindustrie"; herausgegeb. von der Aktiengesellschaft des Altenbergs (Vieille-Montagne) gelegentlich der Düsseldorfer Ausstellung 1902.



kalkigen Nebengesteins bedingter Typus die hauptsächlich Zinkerze, in zweiter Linie auch Bleiglanz führenden Lagerstätten im Eifel- und Kohlenkalk des westlichen Rheinlandes und Westfalens. Die wichtigsten sind diejenigen von Stolberg bei Aachen und die von der Gewerkschaft Altenberg abgebauten Lagerstätten westlich von Aachen an der deutsch-belgischen Grenze. Über die letzteren hat neuerdings Timmerhans eine zusammenfassende Beschreibung veröffentlicht.

Das 8500 ha große Konzessionsfeld der Gewerkschaft **Altenberg**[1]) (Vieille Montagne), an welches sich im Norden das kleine Feld der Bleiberger Gewerkschaft schließt, erstreckt sich zwischen Eupen, Aachen und Herve und umfaßt einen Teil des aus devonischen und karbonischen Schichten gebildeten Gebietes, welches die Steinkohlenablagerungen von Herve im Westen und von Aachen im Osten trennt und hier unter der horizontal gelagerten Aachener Senonkreide hervortritt. Die paläozoischen Schichten lehnen sich diskordant an das Kambrium der Hohen Venn an; in dem Gebiete sind die Ablagerungen vom untersten Devon bis zur produktiven Steinkohlenformation vertreten, die aber erst im Osten und Westen ihre eigentliche Entwickelung besitzt. In politischer Hinsicht gehört das Grubenfeld größtenteils zu Preußen, zum Teil auch zu Belgien und umfaßt endlich noch das kleine neutrale Gebiet von Moresnet am Altenberg (Kelmisberg = Galmeiberg), wo der älteste Galmeibergbau der Aachener Gegend umgegangen ist.

Die devonisch-karbonischen Ablagerungen bilden einen SW.—NO. streichenden Zug von meistens ziemlich flachen, stellenweise aber auch überkippten Sätteln und Mulden, der durch wiederholte Überschiebungen eine Störung erleidet; die Überschiebungsflächen sind übrigens auch hier für die Erzzufuhr ohne Bedeutung gewesen. Für das Vorkommen der Erzlagerstätten sind nur die Schichten des Mittel- und Oberdevons und ganz besonders des Karbons von Wichtigkeit. Sie treten in der 11 km breiten Zone zwischen Eupen und Bleiberg in etwa sechsmaliger Wiederholung zutage. Die Schichtenfolge ist darin die nachstehende:

---

[1]) Braun, Über die Galmeilagerstätte des Altenbergs im Zusammenhang mit den Erzlagerstätten des Altenberger Grubenfeldes und der Umgegend; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., IX, 1857, 354—370. — Piot et Murailhe, Sur la fabrication du zinc en Belgique; Ann. d. min. (4), V, 1844, 165—290. — Monheim, Eine größere Anzahl auf Altenberg, Stolberg usw. bezüglicher Arbeiten; Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf., V, 1848. — Schiffmann, Die geognostischen Verhältnisse und die Erzlagerstätten der Grube Diepenlinchen bei Stolberg (Rheinland); Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXVI, 1888, 1—22. — Dantz, Der Kohlenkalk in der Umgebung von Aachen; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLV, 1893, 594—638. — Timmerhans, Les gîtes métallifères de la région de Moresnet; Congr. intern. d. min., d. la métallurgie ecc. à Liège, 1905; Section de la Géol. appl. — Klein, Beschreibung der Grube Diepenlinchen bei Stolberg einschließlich der Gangverhältnisse; Manuskript im Archiv der Clausthaler Bergakademie. — Schulz, Holzapfel und Siedamgrotzky, Führer des Berg- und Hütteningenieurs durch die Umgegend von Aachen, 1886.



Mitteldevon: Stringocephalen- oder Eifelkalk (Givétien).

Oberdevon: Schiefer und Sandsteine mit Spirifer Verneuili (Famennien).

Unterkarbon: Krinoidenkalke, Kalkschiefer, nicht immer vorhanden. Dolomite, wahrscheinlich dolomitisierte Kohlenkalke, 20—50 m; Kalke der Viséstufe; 0,3—3 m mächtige Bänke ziemlich reinen, zuweilen tonigen Kalkes, bis 200 m mächtig.

Unteres Oberkarbon: Schiefertone und Sandsteine, manchmal mit untergeordneten Kohlenschmitzen.

Bei Eupen ist ein vereinzeltes Erzvorkommen im Stringocephalenkalk bekannt; sonst kommt für deren Auftreten nur das Unterkarbon in Betracht. Die Erzlagerstätten sind an fast senkrecht zum Streichen der Schichten verlaufende Verwerfungsspalten gebunden und treten nur teilweise zutage; ihr unterirdisches Vorhandensein macht sich stellenweise durch Bodensenkungen bemerkbar. Die Zahl der für die Ansiedelung der Erzlagerstätten wichtigen Querverwerfungen ist keine sehr große. In Abständen von wenigen Kilometern oder von nur wenig hundert Metern durchziehen sie das Gebiet mit fast nordwestlichem Streichen im Osten, mit mehr nördlichem im Westen, zeigen also eine deutliche Konvergenz gegen NNW. Sie sind in der nördlichen, östlichen und westlichen Kreidebedeckung nicht nachweisbar; ihre deutlichste Entwickelung zeigen sie in den festen Kalksteinen, mit Ausnahme der Bleiberger Gruben sind sie aber nie in dem Steinkohlengebirge dieser Gegend beobachtet worden — jedenfalls ein gutes Beispiel für das verschiedene Verhalten schieferiger und mehr massiger Gesteine gegenüber der Spaltenaufreißung. Hinsichtlich ihrer Beziehungen zu den einzelnen Spalten zeigen die nennenswerteren Lagerstätten folgende Gruppierung von Osten nach Westen und Süden nach Norden: Fossey bei Hergenrath, Moresnet, Bleiberg; Eupen, Rabotrath, Poppelsberg, Lontzen, Schmalgraf; Eschbroich; Grünstraße; Heggen, Heggelsbrück, St. Paul, Wilcour bei Welkenraedt; Bruyère und Pandour. Die Grube Schmalgraf ist jetzt die wichtigste, nachdem Moresnet an Bedeutung verloren hat und Bleiberg aufgelassen ist.

Die an die Verwerfungen und deren Nähe gebundenen Erzlagerstätten sind Spaltenfüllungen (Gänge) oder Ansiedelungen längs der Kontaktgrenze zwischen den Kalksteinen oder Dolomiten und den Schiefern, oder sie liegen in den Kalken und Dolomiten selbst. Letztere beiden Arten des Auftretens bezeichnet man hier als die Kontaktlager; zu ihnen gehören die wichtigsten Lagerstätten dieser Gegend. Längs der Schiefer und Kalke bezw. Dolomite finden sich die Lagerstätten von Schmalgraf, Lontzen, St. Paul und die meisten Galmeivorkommnisse von Fossey, im Kalk oder Dolomit, selten auch im Schiefer, die von Moresnet und Heggelsbrück. Die Kontaktlager haben sich hauptsächlich dort gebildet, wo die Mulden- und Sattelbiegung eine scharfe, mithin die Auflockerung des starren Kalksteins und des Kontakts zwischen ihm und dem nachgiebigeren Schiefer eine intensivere war.

Gänge wurden u. a. zu Bleiberg im Kohlenschiefer und im devonischen Schiefer abgebaut. Sie bestanden nur aus Blende mit Bleiglanz und Pyrit samt jüngerem Quarz. Der längste ist 5 km weit bekannt und bildet eine Ausnahme

vom sonstigen Verhalten der dortigen Gänge, die sich mit ihrer Erzführung an die Nähe der Kontaktlager halten. Ihre Mächtigkeit ist besonders groß im Kalkstein und Dolomit und erreicht auf Schmalgraf bis zu 18 m; zu Eschbroich bildet die Lagerstätte ein 85 m mächtiges Stockwerk im zertrümmerten Gebirge.

Die sogen. Kontaktlager sind solche von Galmei oder von sulfidischen Erzen. Die ersteren sind gebunden an Dolomit, die letzteren an Kalksteine. Die Galmeilager bestehen aus Zinkspat und Kieselzinkerz, die Sulfidlager können u. a. sekundären oxydischen Erzen auch etwas Galmei enthalten, dieser ist aber dann immer das Karbonat. Die sulfidischen Lagerstätten treten nicht nur zwischen dem Schiefer und Sandstein des Steinkohlengebirges und dem Kohlenkalke, sondern auch, wenn auch seltener, im Kontakte zwischen dem mitunter vorhandenen Krinoidenkalke und den Verneuilischiefern auf, während die eigentlichen Kieselgalmeilager an den Kontakt zwischen dem Dolomit und den letzteren Schiefern gebunden sind und nie längs der Kohlenschiefer vorkommen.

Die eigentlichen Galmeilagerstätten besitzen eine sehr unregelmäßige Gestalt, und sind besonders gegen das Hangende von roten Letten und zinkhaltigen, bunten Tonen („bolaires") begleitet, die nickelhaltig sein können („Moresnetit"). Sie umschließen Blöcke von Kalk und sandig aufgelöstem, durch Manganoxyde dunkel gefärbten und mit Zinksalzen imprägnierten Dolomit; höchstens die tieferen Partien des karbonatischen Galmeies enthalten etwas Weißbleierz oder Bleiglanz, während der Kieselgalmei ganz frei ist von Blei. Ebenso ist der Galmei, und besonders wieder letzterer, ziemlich frei von Eisen; die Eisenerze (Limonit, seltener auch Spateisenstein) haben z. B. in der Gegend von Fossey für sich eine Anreicherung erfahren, sind manchmal bemerkenswert manganreich und werden abgebaut. Der Zinkspat tritt in den mannigfachsten Aggregaten u. a. z. B. blätterig, stalaktitisch, in Pseudomorphosen nach Kalkstein und Kalkspat auf, und zeigt verschiedene Farben, wie weiß, grau, rot, braun, seltener auch blau. Auf einzelnen Lagerstätten ist auch der Willemit, Zn_2SiO_4, vorgekommen.

Die sulfidischen Kontaktlager, zumeist längs der Grenze zwischen dem Kohlenkalke und dem Kohlenschiefer, führen Blende, Bleiglanz und Pyrit in krustenförmigen Ablagerungen derart, daß der Bleiglanz in der Regel das älteste, der Pyrit (Markasit) das jüngste der häufig sich wiederholenden Ablagerungen bildet. Bekannt sind die auf solche Weise entstandenen „Schalenblenden" (teilweise Wurtzit) besonders von der Grube Schmalgraf. Sie kommen als Nieren und Knollen vor, die großenteils ursprünglich Stalaktiten gewesen sein mögen, jetzt aber in schwarzem Ton eingebettet liegen. Die Zinkblende ist zumeist licht gefärbt. Manche Stalaktiten lassen an der Bänderung erkennen, daß sie während des Mineralabsatzes zerbrochen worden waren.

Höchst eigentümlich wie die Bildung dieser Hohlraumsfüllungen und abweichend von der sonstigen Ausfüllungsweise von Gangspalten ist das Vorkommen der Erze in dem „Stockwerk" von Eschbroich. Die Erze treten hier stalaktitisch und in Geoden auf, die von außen nach innen gebildet sind. Die Bruchstücke des zerrütteten Kalksteins sind hier von ausgezeichneten Erzkrusten überkleidet. Ihre Bildung hat nach dreimaliger Wiederholung zuletzt fast ausschließlich als

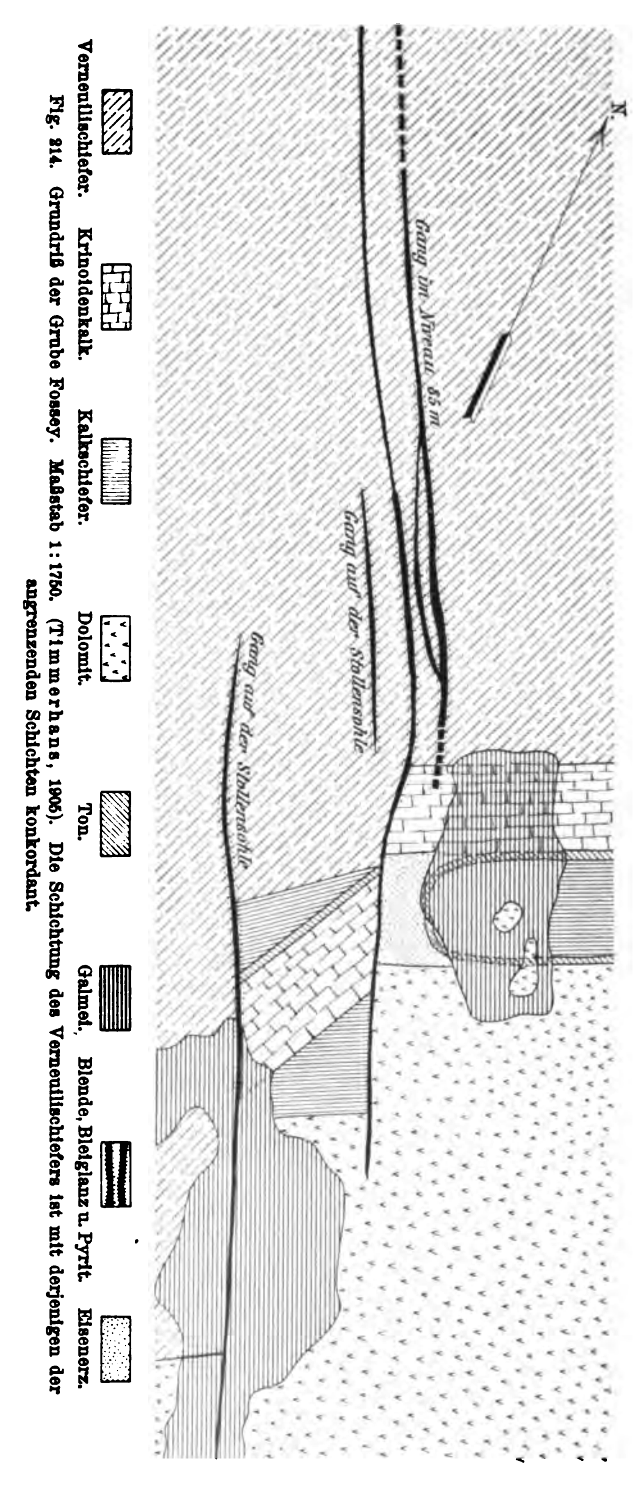


Fig. 214. Grundriß der Grube Fossey. Maßstab 1:1750. (Timmerhans, 1906). Die Schichtung des Verneulischiefers ist mit derjenigen der angrenzenden Schichten konkordant.

Absatz von Markasit stattgehabt, während die ältesten Erzlagen viel Bleiglanz enthalten; außer Bleiglanz, Blende und dem Markasit nimmt noch Kalkspat daran teil. Der Mineralabsatz in den Spalten ist häufig ein einseitiger.

Die Grube **Schmalgraf** liegt wie diejenige von Moresnet in einer Mulde von Kohlenschiefer auf dem Kohlenkalk und in nächster Nähe einer streichenden Überschiebung. Die Lagerstätte bildet im Querschnitt gewissermaßen die innere Auskleidung der vom Kohlenschiefer eingenommenen, 130 m tiefen Mulde von fast 300 m Durchmesser, schließt sich aber eng an einige Gänge an. Der reichere nördliche Flügel hat seine größte Mächtigkeit unmittelbar unter der sandig-tonigen Oberflächenbedeckung, 20 m unter Tage, wo er einen Querschnitt von 4000 qm Fläche besitzt. Die Form der hauptsächlich aus Sulfiden, nebensächlich auch aus Galmei bestehenden Masse ist eine sehr unregelmäßige.

Der sehr alte Bergbau der Gegend von **Moresnet** befindet sich seit 1837 im Betriebe der damals gegründeten Gesellschaft Vieille Montagne.

Braun hat die in der Zeit vor 1850 aus der Galmei-Grube von Moresnet geförderte Erz und Gesteinsmenge auf 1 Mill. Tonnen berechnet; die genannte Gewerkschaft hat dort in der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts über 800000 t Galmei gewonnen. Aus den belgischen Gruben Welkenraedt, La Bruyère, Pandour usw. wurden bisher 233000 t Galmei, 27000 t Blende und gegen 12000 t Bleierze, im preußischen Anteil der Konzession auf Schmalgraf (seit 1867), auf Fossey (seit 1878), Eschbroich (seit 1882), Mützhagen (seit 1899) und Poppelsberg 197000 t Galmei, 202000 t Blende und 12000 t Bleiglanz gefördert. Die im Jahre 1881 aufgelassene Bleierzgrube zu Bleiberg ergab von 1850 an fast 100000 t Bleiglanz mit einem Silbergehalt von nur 0,01 % und ungefähr ebensoviel aufbereitete Blende.

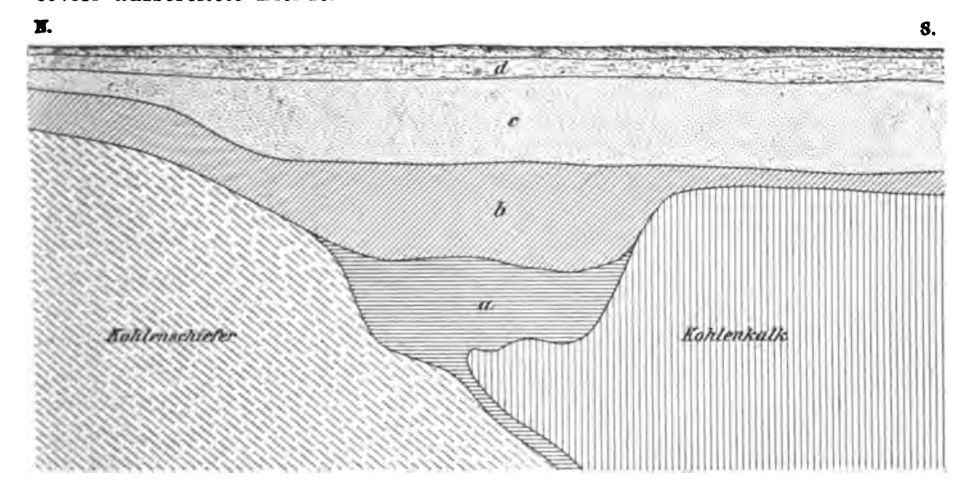


Fig. 215. Profil durch das Hauptlager der Grube Pandour bei Welkenraedt. Maßstab 1:850. (Timmerhans, 1905). *a* Galmei, *b* roter Ton, *c* Schwimmsand, *d* trockener Sand (Senon).

Derselben Art wie die Vorkommnisse in der Altenberger Konzession sind diejenigen von **Stolberg,** östlich von Aachen. Diese gehören einer Kohlenkalkmulde an, die normal über den Verneuilischiefern liegt, von Kohlenschiefern konkordant bedeckt wird und bis zur hangenden Grenze gegen den Kohlenschiefer eine Tiefe von ungefähr 300 m besitzt. Nach NW. zu wird sie durch den Devonsattel von Hastenrath-Kornelimünster von der Eschweiler Mulde getrennt. Der Südostflügel der Mulde ist steil aufgerichtet und teilweise überkippt; die damit zusammenhängende Zerbrechung der Kalksteinmasse bildet die Ursache, weshalb sich hauptsächlich in ihm die Lagerstätten finden, welche von den Gruben Henriette, Diepenlinchen, Neuer Simon, Alter Simon und Hitzberg erschlossen worden sind. Die wichtigste Stolberger Grube ist Diepenlinchen. Die Lagerstätten sind auch hier an eine größere Anzahl von Verwerfern gebunden, die als Gänge fast nur im Kohlenkalk, kaum aber im hangenden Schiefer nachzuweisen sind, im ersteren und auf kurze Erstreckung auch im Verneuilischiefer Bleiglanz, Pyrit und lichte, schalige Zinkblende samt Kalkspat führen und sich im Kalkstein und stellenweise auch längs der Scheide zwischen ihm

und dem Kohlenschiefer stockförmig erweitern. Man unterscheidet hier ferner die sogen. Stockwerke oder Kontaktlager und außerdem die kleineren Nester. In ersteren fanden sich Galmei und Weißbleierz in größerer Menge nur bis zur Teufe von 90—100 m, wobei der Kalkstein in Dolomit und Dolomitsand umgewandelt war; in größerer Tiefe besteht die an den mehr oder weniger unveränderten Kalkstein gebundene Erzführung aus Schalenblende (z. T. Wurtzit), Bleiglanz und Pyrit (und Markasit), der im sogen. Schwefelkiesstockwerk vorwiegend einbrach, und nur untergeordnet auch aus Galmei, Zinkblüte, Weißbleierz, seltener Malachit, Pyromorphit, Wad, Zinkvitriol und Federerz. Die Kontaktlager sind im Einfallen wie in horizontaler Richtung ganz unregelmäßig umgrenzt und bilden schlottenförmige, stellenweise auch gangartig verlaufende Hohlräume, die häufig nur teilweise mit viel Kalkspat und den genannten Erzen ausgekleidet sind. Die Stockwerke liegen am Kontakt oder ihm benachbart im Kalksteine; im ersteren Falle zeigt dieser Neigung zur Dolomitisierung. Die Blende überwiegt den Bleiglanz; in den Erzkrusten pflegt der Kalkspat die ältesten Lagen, der Bleiglanz klumpenförmige, isolierte Einlagerungen unter der Blende zu bilden. Bleiglanzkristalle zeigen mit Vorliebe das Oktaeder. Die Überkrustung der Höhlenwände ist auch hier oft eine deutlich einseitige. Zu bemerken ist ferner, daß schon während des Absatzes ein Einsturz der Hohlräume stattgefunden haben kann, was zu entsprechenden Breccienstrukturen führt. Nester von Brauneisenerz finden sich längs der Scheide zwischen dem Kalk und dem Schiefer; sie sind durch die Verwitterung von Pyriten entstanden. Nach Schiffmann verteilt sich die Erzführung von Diepenlinchen innerhalb einer Ausdehnung von 1000 m auf 5 Stockwerke und Kontaktlager, 4 Nester und 16 Gänge. Das reichste „Stockwerk" von Diepenlinchen, das Brennesselstockwerk, war in 200 m Teufe ungefähr 110 m lang und 65 m breit; das Heinrichstockwerk mit 150 m Länge und stellenweise 70 m Breite, das allerdings viele „Kalkpfeiler" umschließt, ist das zweitreichste.

Einschließlich der Produktion der Altenberger Gruben auf preußischem Gebiet wurden im Jahre 1903 im Bergrevier Düren 21 600 t Zinkblende, 744 t Galmei und rund 2000 t Bleierze gewonnen.

Außerhalb der Stolberger Kohlenkalkmulde sind Erzgänge und Nester u. a. an den Mausbacher Hecken und am Breiniger Berg[1]) im Stringocephalenkalk abgebaut worden; sie führten hauptsächlich Bleiglanz. Die Gänge des Breiniger Berges liegen in der Fortsetzung der als Münstergewand bekannten großen Verwerfung, welche die Eschweiler Kohlenmulde abschneidet. Auch die im Kohlenkalk von Selbeck und Lintorf bei Düsseldorf aufsetzenden Bleierzgänge (s. S. 777—778) mögen hier noch einmal erwähnt werden. Die Bleiglanzlagerstätten im Eifelkalkstein von Kall bei Commern hat v. Dechen[2]) beschrieben. Es bestehen nirgends Anzeichen dafür, daß die an Kalksteine gebundenen sulfidischen Lagerstätten des Rheinlandes von Eruptivgesteinen abhängig sein könnten.

---

[1]) Jung, Geognostische und bergmännische Beschreibung des Blei-, Zink- und Eisenerzbergwerks Breinigerberg in den Rheinlanden; Berggeist, XI, 1866, 426, 431 bis 432, 445; XII, 1867, 13—14, 27—28 usw.

[2]) Verh. Nat. Ver. d. Rheinl. u. Wesph., XXIX, 1872, Corr.-Bl., 103—104.

Zu Philippeville in Belgien zeigt nach Braun der Kontakt zwischen devonischem Schiefer und Kalk auf 3—4 km hin eine bis zu 2 m mächtige Zinkblende- und Bleiglanzführung. Weitere belgische Zinklagerstätten sind die von Corfali, Engis, Ampsin und Theux bei Lüttich, welche alle den weiter östlich bei Aachen gelegenen entsprechen und an den Kohlenkalk gebunden sind.

Von Hagen bis Balve[1]) in Westfalen, also etwa von der Lenne bis zur Hönne, streicht zwischen Lenneschiefer im Süden und oberdevonischen Schiefern und Plattenkalken im Norden eine im Westen steiler, im Osten nur unter 20—25° einfallende 32 km lange Zone von massigem Stringocephalen- (Eifel-) Kalk. Er ist im Ausstrich ungefähr 1000—1200 m mächtig. Über eine Entfernung von 12 km treten darin, und zwar fast stets im Kontakt mit dem liegenden Lenneschiefer[2]) oder ganz nahe demselben besonders bei **Iserlohn** die seit mehreren Jahrhunderten abgebauten Galmeilager auf, welche früher die Zinkhütte zu Letmathe mit Erzen versorgten, jetzt aber bedeutungslos geworden sind. Die fünf Zechen Adler-Stollen, Tiefbau von Hövel, Tiefbau Krug von Nidda, Rosenbusch und Tiefbau Westig bezeichnen eine ungefähr 6 km lange Reihe ehedem ergiebiger Lagerstätten. Solche kommen merkwürdigerweise nie in den kalkigen Einlagerungen vor, welche in geringer Entfernung vom Eifelkalk im Lenneschiefer auftreten. Ihre Form ist diejenige dreiseitiger Prismen oder eine trichterähnliche mit halbkreisförmigem Querschnitt, dessen konvexe Seite dem Kalkstein zugekehrt ist; nach unten verjüngen sich die Lagerstätten, indem sie in eine Kluft endigen. Gangarten und Erze erfüllen häufig nur ein System von parallel und quer zur Schichtung des Kalkes verlaufenden Klüften und Spalten, die Lager umschließen demgemäß teilweise große Massen von Kalk oder werden durch Kalkbänke in verschiedene Teile geschieden; seltener ist das Nebengestein fast völlig weggelaugt (Fig. 216).

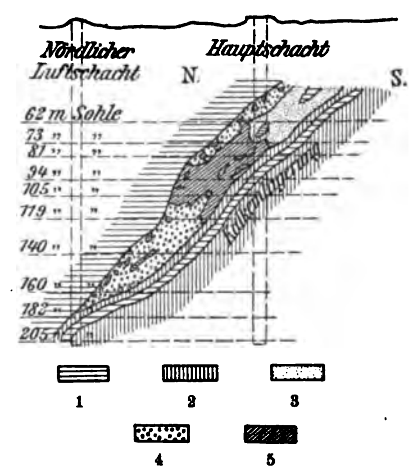


Fig. 216. Das Lager Hermann bei Iserlohn. (Hoffmann, 1896.)
1 Stringocephalenkalk, 2 Lenneschiefer, 3 Schwefelkies, 4 Galmei, 5 Zinkblende.

Die Form der Lagerstätten im ganzen ist indessen doch eine ziemlich regelmäßige. Das Hermannlager hatte bei 40 m Teufe einen Querschnitt von 4000, das Lager Callerbruch bei 77 m einen solchen von 2000 qm Fläche. Nach Hoffmann sollen einige Lagerstätten fast gangförmig gewesen sein. In den tieferen Partien bestehen

[1]) Trainer, Das Vorkommen des Galmeis im devonischen Kalkstein bei Iserlohn; Verh. naturh. Ver. d. Rheinl. u. Westf., XVII, 1860, 261—273. — Eichhorn, Die Zinkerzlager bei Iserlohn; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXVI, 1888, 142—149. — Stockfleth, Die geographischen, geognostischen und mineralogischen Verhältnisse des südlichen Teils des Oberbergamtsbezirks Dortmund; Verh. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf., LII, 1895, 45—129, bes. 115—129. — Ders., Der südlichste Teil des Oberbergamtsbezirks Dortmund, 1896, 59—69. — Ders., Das Erzvorkommen auf der Grenze zwischen Lenneschiefer und Massenkalk im Bergrevier Witten; Verh. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westf., LI, 1894, 50—57. — Hoffmann, Das Zinkerzvorkommen von Iserlohn; Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 45—53.

[2]) Nach Denckmann (Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LV, 1903, Prot. 11) finden sich Zinkerze in dieser Gegend auch längs des Hangenden des Stringocephalenkalkes.

die Massen aus Blende, die mit dem Kalkstein mitunter unmittelbar verwachsen ist und mit Kalkspat erfüllte Drusen zeigt; dazu kommen mehr oder weniger große Mengen von Letten, der wohl aus der Zersetzung des Kalksteins hervorging. Als primäre Mineralien finden sich weiterhin Schwefelkies, da und dort Bleiglanz und Quarz. Dort wo die Tagewässer frei in der Lagerstätte zirkulieren konnten, und zwar besonders im Hangenden, bildeten sich Galmei, Brauneisenerz, Weiß- und Grünbleierz. Die Bleierze kommen hauptsächlich in den peripheren Teilen der Lagerstätten vor. Nach Eichhorn zeigen die metasomatisch angesiedelten Sulfide eine sehr dichte, massige, die nachträglich in den Hohlräumen gebildeten eine kristalline, schalig-traubige Struktur; demgemäß tritt die Blende teilweise als Schalenblende auf. Der recht eisenreiche Galmei ist z. T. Smithsonit, doch kann er auch wie z. B. im Callerbruch, in größerer Menge aus Kieselzinkerz bestehen. Der Silbergehalt der sulfidischen Erze betrug 0,0015—0,0024 %, derjenige der oxydischen 0,004—0,01 %. Gewöhnlich kam zuerst der Schwefelkies, dann die Blende, endlich der Kalkspat zur Abscheidung, letztere beiden stellenweise in doppelter Folge. Zweifellos sind die Iserlohner Erzlagerstätten ursprünglich als Sulfide gebildet worden und teilweise, wie sich mit Bestimmtheit aus dem Vorkommen in Erz umgewandelter Eifelkalkversteinerungen ergibt, metasomatische Absätze; daneben hat noch eine Erzansiedelung in den präexistierenden Auslaugungshohlräumen stattgehabt. Eine Abhängigkeit der Lagerstätten von Querspalten will Eichhorn nicht zugeben, weil solche im Schiefer höchstens als feinste Klüfte nachgewiesen werden könnten.

Lagerstätten ähnlicher Art wie zu Iserlohn finden sich zu **Schwelm,** auf Grube Carl zu Langerfeld nächst Barmen und bei Plettenberg.[1]) Alle sind schon mehr oder weniger abgebaut. Zu Langerfeld war das Lager etwa 350 m lang und 8—35 m mächtig und bestand aus Galmei und Brauneisenstein. Am Schwelmer Brunnen und an den Roten Bergen zu Schwelm baute man tagebaumäßig auf einem Markasit, Zinkblende, Bleiglanz, Eisenspat, Brauneisensein und untergeordnet auch Galmei führenden Lager. Der Tagebau nahm an der Oberfläche einen Flächenraum von 10000, in 10—12 m Teufe einen solchen von 4500 qm ein.

In der Gegend von **Brilon** in Westfalen wurde gleichfalls auf Galmei gebaut, der an der Grenze zwischen den devonischen Schiefern und dem Stringocephalenkalk, teilweise auch ganz im letzteren einbrach.[2]) Zuletzt wurde noch auf der Grube Segen-Gottes eine 2—6 m mächtige stockförmige Lagerstätte mit Schwefelkies, Bleiglasurerz, Galmei und Schalenblende, welche von Letten umschlossen waren, ausgebeutet.

Nach v. Huene[3]) tritt Galmei im Stringocephalenkalk von **Bergisch-Gladbach** bei Köln in trichterförmigen, stellenweise 22 m tiefen Aushöhlungen auf; er bildet bis zu 1,5 m mächtige Krusten, ist manchmal verwachsen mit

---

[1]) Stockfleth l. c., 1895, 112—115; ders., 1896, 56—59. — v. Dechen, Über das Eisenstein- und Eisenkiesvorkommen auf der Zeche Schwelm; Sitz.-Ber. Naturh. Ver. f. Rheinl. und Westf., XXXI, 1874, 108—113. — Muck, Über zwei neue Mineralvorkommen auf der Grube Schwelm; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXVIII, 1880, 188—194. — Krusch, Neue Galmeiaufschlüsse bei Schwelm; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. LV, 1903, Prot. 10.

[2]) Castendyck, Über das Vorkommen des Galmeies bei Brilon in Westfalen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., IX, 1850, 689—693, 707—710. — Beschreibung der Bergreviere Arnsberg, Brilon und Olpe, herausgeg. v. k. Oberbergamt zu Bonn, 1890, 139.

[3]) Das Vorkommen von Galmei, Blende, Bleierz, Schwefelkies und Braunkohle bei Bergisch-Gladbach; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., IV, 1852, 571—575. — Buff, Beschreibung des Bergreviers Deutz, 1882, 79—81.



Bleiglanz und wird bedeckt von oligocänen Braunkohlentonen; unmittelbar über dem Kalke enthielt eine 25—30 cm mächtige Lettenschicht Stücke von Schalenblende, Bleiglanz und Schwefelkies. Das Erzvorkommen ist von Gips begleitet. Buff erwähnt noch einige andere, gleichfalls unwichtige Lagerstätten dieser Art.

Der erzführende Muschelkalk zwischen Nußloch, Baiertal und **Wiesloch**,[1]) etwa 10 km südlich von Heidelberg, gehört der sehr flach südwärts einfallenden Schichtenfolge an, die mit dem Rotliegenden des Königsstuhls südlich von Heidelberg beginnend den großenteils hornblendereichen Granit des Odenwaldes überlagert. Der Muschelkalk ruht bei Nußloch, 3 km nördlich von Wiesloch, konkordant auf dem Buntsandstein und verschwindet bei letzterer Stadt unter dem Keuper. Die Erzlagerstätten liegen in zwei Revieren; davon ist das Hesselfeld der Rheinebene benachbart, das weiter östlich unweit davon aufgeschlossene Baiertaler Feld liegt unter der 229 m hohen Erhebung des Kobelberges. Das ganze Grubenfeld wird von den Kalken, Dolomiten und bituminösen Mergeln des Wellenkalkes, den dolomitischen Kalken, Rauchwacken, bituminösen Mergeln der Anhydritstufe und dem Trochiten- und Nodosenkalk des Hauptmuschelkalkes gebildet. In verschiedenen Gegenden enthält der badische Muschelkalk Vorkommnisse besonders von Galmei, sie haben sich aber nur in der Wieslocher Gegend als bauwürdig erwiesen, soweit sie in der unteren Abteilung des Hauptmuschelkalks, dem „Trochitenkalk", liegen. Dieser besteht aus 6—30 cm, selten bis zu 1 m dicken Lagen eines tonigen, meist graublauen, z. T. dolomitischen Kalksteins und wird gegen 30 m mächtig; davon ist wiederum nur ein 5—7 m mächtiger Schichtenkomplex der eigentlichen Encrinitenschichten das Muttergestein der Lagerstätten. Abgesehen von örtlichen, durch Auswaschungen und Auslaugungen verursachten Störungen, welch erstere insbesondere die Mächtigkeit der kalkigen Schichten beeinflußt haben, wird das Hesselfeld von einer dem Rheintalgraben parallelen Verwerfung durchschnitten, welcher die dortigen Erzlagerstätten mehr oder weniger unmittelbar benachbart sind.

Das Erzvorkommen besteht aus einer Häufung von erzführenden Butzen, Schnüren, unregelmäßig linsenförmigen Einlagerungen längs der Schichtflächen („Züge") und Ausfüllungen von Klüften, die sich örtlich reichlicher vorfinden, miteinander zusammenhängen, gleichsam ineinander verfließen und gruppenweise innerhalb jenes 5—7 m mächtigen Kalksteinkomplexes eine Anzahl von sehr flachliegenden „Lagerstätten" bilden (Fig. 217 u. 218). Diese letzteren bestehen demgemäß immerhin vorwiegend aus Kalksteinmasse. Die größte und reichste dieser Lagerstätten am Hessel war 600 m lang und hatte 300 m Breite und eine unregelmäßige, im Grundriß dreilappige Form. Sie liegen in sehr geringer Tiefe unter Tage, und darum haben nach Schmidt die Kalke noch nach der Bildung der Erzlagerstätten eine intensive Auslaugung erfahren, die besonders da, wo Erze fehlen, ihre Mächtigkeit erheblich verringerte.

In der Hauptsache ist die Erzführung der Lagerstätten in den sogen. „Zügen" enthalten. Diese werden 1—12 m breit, 10—100 m lang und erreichen manchmal Mächtigkeiten bis zu 5 m. Das Haupterz ist Zinkspat. Auch hier wird der Galmei wiederum begleitet von mehr oder weniger großen Massen von rotem, eisenschüssigem Ton und kieseligem Eisenerz, die stets zinkhaltig sind, und ist vorzugsweise in den untersten Teilen der Lagerstätten so angereichert, daß er manchmal 1 bis über 2 m mächtige, in zentimeterdicke Lagen abgesonderte Mittel bildet, die in ihren Hohlräumen Ton umschließen. Wo der Ton vorwaltet, ist er von einem Fachwerk sich scharfwinkelig durchkreuzender Galmeiplatten

[1]) A. Schmidt, Die Zinkerz-Lagerstätten von Wiesloch (Baden); Verh. Naturh.-Med.-Ver. z. Heidelberg, N. S. II, 5. Heft, 1881, Lit. — Claus, Die Galmeilagerstätten der Umgegend von Wiesloch; XXVI. Jahr.-Ber. Mannh. Ver. f. Naturk., 1859, 36, zitiert von Schmidt.



durchwachsen, in dessen Fächern sich noch Reste der weggelaugten Kalksteinbrocken finden können. Nach oben zu wird die Galmeiführung ärmer, tritt in dem Ton z. T. in Form von Erzknollen auf und verliert sich meistens in einer fast erzfreien, eisenschüssigen Tonbedeckung. Bleiglanz kommt in zerfressenen Brocken im Galmei vor; die Zinkblende findet sich nur am Kobelsberg in größerer Menge und tritt fast nur in Form der mit Bleiglanz und Markasit verwachsenen Schalenblende, mitunter stalaktitisch auf. Der Zinkspat bildet Pseudomorphosen nach der Blende und nach Kalkspat und ist z. T. zweifellos unter Verdrängung des Kalksteins entstanden, wie auch Muschelschalen in Zinkspat umgewandelt sein können. Von weiteren mehr oder weniger untergeordneten und teilweise seltenen Mineralien sind zu nennen: Pyrolusit, Weißbleierz, Bleivitriol, Pyromorphit, Antimonocker, Schwerspat, Gips, Bitterspat und Realgar samt Auripigment. Von den Sulfiden ist Markasit das älteste, auf ihn folgten Absätze von Schalenblende und dann Bleiglanz und endlich mehr kristalline, aus Markasit und Blende und endlich aus körniger Blende bestehende Niederschläge. Die Entstehung des Schwerspats fällt in die Bildungszeit des Galmeies.



Fig. 217. Grundriß der Lagerstätte im Kobelsberg bei Wiesloch. Maßstab 1:2800. (Schmidt, 1880.)

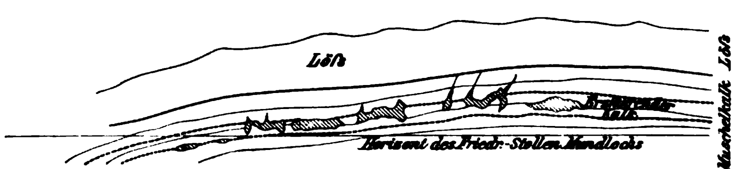


Fig. 218. Profil nach *ab* in Fig. 217. Maßstab 1:2800. (Schmidt, 1880.)

Schmidt kommt bezüglich der Entstehung der Wieslocher Lagerstätten zu dem Ergebnis, daß auch hier eine metasomatische Verdrängung des Kalksteins mit einer Hohlraumsfüllung Hand in Hand gegangen ist. In der Hauptsache handelt es sich um eine Ansiedelung von Erz in vorher durch Auslaugungen gebildeten Hohlräumen; dazu kommen noch Spaltenfüllungen. Die Entstehung der Hohlräume und der Erzabsatz fallen in eine jugendliche Zeit. Letzterer bestand zunächst aus Sulfiden und muß, da die Blende Stalaktiten bildet, vor sich gegangen sein, als wenigstens die Decke der Hohlräume nicht

von Grundwasser benetzt war. Die Metalle selbst entstammen nach seiner Meinung der ehemaligen Keuper- und Liasbedeckung, worin sie ursprünglich als Niederschlag aus dem Meerwasser abgelagert worden seien; späterhin seien sie gelöst in den zerrütteten Muschelkalk gesickert und dort entweder durch die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff oder durch organische Substanzen niedergeschlagen worden. Für die Bildung des Galmeies unter Einwirkung des aus der Oxydation der Blende entstandenen Zinksulfates auf den Kalkstein spricht auch die gleichzeitige Bildung von Gips; aus dem im Kalkstein in geringer Menge vorhandenen Bariumkarbonat wurde Schwerspat. Durch die Zirkulation von Zinksulfat und Zinkkarbonat ist außerdem der Kalkstein selbst stellenweise in Galmei umgewandelt worden, wie vorher dieses Gestein auch durch Zinkblende verdrängt worden war.

Im VIII.—XI. Jahrhundert wurden die Wieslocher Lagerstätten wegen des silberhaltigen Bleiglanzes, vom XV.—XVIII. wegen des Galmeies ausgebeutet; der neuere Bergbau datierte aus dem Jahre 1845 und blühte in den 1850er Jahren. Seit vier Jahren ist die Grube Segen Gottes wieder im Betrieb und fördert jährlich etwa 1600 t Rohgalmei.

Die oberschlesische Muschelkalkzone, die sich von Krappitz an der Oder mit Unterbrechungen bis Olkusz in Polen und Krzeszowice, östlich von Chrzanow in Galizien erstreckt, ist von der Gegend von Tarnowitz an ostwärts mehr oder weniger reich an Blei- und Zinkerzen, die samt den weitverbreiteten Auflagerungen von Eisenerzen und den Steinkohlen die große Bedeutung des südöstlichen Schlesiens als Industriebezirk bedingen. Die Blei-Zinkerzlagerstätten gehören dem unteren Muschelkalk an und besitzen ihre reichste Entwickelung um **Tarnowitz** und mehrere Kilometer südöstlich davon bei **Beuthen.** [1]) Die

[1]) Eine Zusammenstellung der älteren Literatur bringt Eck, Über die Formationen des bunten Sandsteins und des Muschelkalks in Oberschlesien, Berlin 1865. — Runge in F. Römer, Geologie von Oberschlesien, 1870, 533, 545—563. — Krug von Nidda, Briefliche Mitteilung über das Auftreten der Blende bei der Maria-Grube; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., I, 1849, 448. — Ders., Über die Erzlagerstätten des oberschlesischen Muschelkalkes; ebenda II, 1850, 206—233.. — Ders., Über das Vorkommen des Hornbleierzes und des Weißbleierzes in den Kristallformen des ersteren in Oberschlesien; ebenda 126—131. — Websky, Die Bildung der Galmeilagerstätten in Oberschlesien; ebenda IX, 1857, 7—10. — v. Carnall, Der Strebebau auf der Bleierzgrube Friedrich bei Tarnowitz; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., I, 1854, 1—61. — Ders., Das Denkmal des Ministers Grafen v. Reden bei Königshütte; ebenda 201—224. — Ders., Über Eisensteinlagerstätten im Muschelkalk Oberschlesiens; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., II, 1850, 177—180. — Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, II, 1854, 1190—1195. — Pietsch, Über das Vorkommen von Zinkblende im Felde der Galmei-Grube Cäcilie bei Brzozowitz in Oberschlesien; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXI, 1873, 292—294. — v. Groddeck, Erzlagerstätten, 1879, 248—253. — Sattig, Über die Erzablagerungen des oberschlesischen Muschelkalks; Ztschr. d. Oberschles. Berg- u. Hüttenm. Ver., XVIII, 1879, 212—220. — G. W., Die Entstehung der Erzlagerstätten im oberschlesischen Muschelkalk; ebenda XXII, 1883, 214—216. — Kosmann, Notizen über das Vorkommen oberschlesischer Mineralien; ebenda XXI, 1882, 135—139, 172—174; XXII, 1883, 216—220, 254—255. — Koch, Denkschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens des königl. Blei- und Silbererzbergwerks Friedrichsgrube bei Tarnowitz; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt. u. Sal.-Wes., XXXII, 1884, 333—400. — Cappell, Über die Erzführung der oberschlesischen

Muschelkalkformation ruht diskordant über dem Steinkohlengebirge, von dem ihr Verbreitungsgebiet bei Tarnowitz und Beuthen gegen Süden, Osten und Norden umgeben wird. Sie wird hier unterteuft von einer 40 m mächtigen Folge von roten Letten und Sandsteinen und gliedert sich folgendermaßen:

1. Kavernöser Kalk, in den Hohlräumen mit mulmigem Brauneisenerz, 15 m.

2. Chorzower Kalk; magnesiaarmer, zumeist dünnbankiger, mergeliger oder kristalliner, dichter Kalkstein mit Resten von Sauriern, Fischen, Myophoria vulgaris, Lima striata usw. und mit bis zu 25 % Tongehalt, 75 m.

3. Der blaue Sohlenstein, ein bituminöser, wasserundurchlässiger, gut geschichteter Kalkstein mit bis zu 52 % Ton und wenig Magnesia. Er bildet sehr oft das unmittelbare Liegende der Erzlagerstätten und ist nur etwa 5 m mächtig. Häufig wird er vom sogen. Vitriolletten überlagert, der mehr oder weniger reich an Schwefelkies ist und schwebend gebildete Bleiglanzkristalle und bituminöse Holzreste umschließt.

4. Der etwa 50 m mächtige, kristallinisch körnige, graue, erzführende Dolomit, längs Klüften sehr stark zermürbt und in ockerige Massen umgewandelt und daher klotzig zerfallend. Er ist fast ganz ungeschichtet, enthält 30—35 % $MgCO_3$, 55—60 % $CaCO_3$ und bis zu 17 % $FeCO_3$.

5. Der Himmelwitzer Nulliporendolomit, etwa 15 m.

Die Stufen 1—2 entsprechen dem westdeutschen Wellenkalk, 3—5 dem Schaumkalk. Ohne Bedeutung sind für die Erzlagerstätten der dünnschichtige,

---

Trias nördlich von Tarnowitz, O.-S.; ebenda XXXV, 1887, 99—105. — Traube, Die Minerale Schlesiens, 1888. — Ders., Über einige Mineralien aus dem oberschlesischen Erzrevier; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLVI, 1894, 57—67. — Küntzel, Karten des oberschlesischen Industriebezirks und der Beuthener Erzmulde, 1892. — Bernhardi, Über die Bildung der Erzlagerstätten im oberschlesischen Muschelkalk; Zeitschr. d. Oberschl. Berg- u. Hüttenm. Ver., XXXVIII, 1889, 47—50. — Ders., Zur Karte der Beuthener Erzmulde von Küntzel, 1892. — Althans, Die Erzformation des Muschelkalks in Oberschlesien; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. für 1891, XII, 1893, 2. Abt., 37—98. — Höfer, Die Entstehung der Blei-, Zink- und Eisenerzlagerstätten in Oberschlesien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLI, 1893, 67—73, 79—83; Ref. N. Jahrb., 1894, I, —87—. — Wabner, Zur Entstehung der Erzlager (Erzlagen) im oberschlesischen Muschelkalk; Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 362—363. — Pošepný, Über die Entstehung der Blei- und Zinklagerstätten in auflöslichen Gesteinen; Leob. Jahrb., XLII, 1894, 77—130, bes. 114—116. — Gürich, Erläuterungen zur geol. Übersichtskarte Schlesiens, 1890, 103—112. — Ders., Über die Entstehungsweise schlesischer Erzlagerstätten; Jahresb. Schles. Ges. f. vaterl. Cultur, 6. III. 1902. — Ders., Zur Genese der oberschlesischen Erzlagerstätten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 202—205. — Ders., Mitteilungen über die Erzlagerstätten des oberschlesischen Muschelkalkes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LVI, 1904, Prot. 123—127. — Ders., Der Stand der Erörterungen über die oberschlesischen Erzlagerstätten; Kohle und Erz, 1904, 145—150. — Beyschlag, Über die Erzlagerstätten des oberschlesischen Muschelkalkes; Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 143. — Michael, Die oberschlesischen Erzlagerstätten; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., LVI, 1904, Prot. 127—139. — Sachs, Die Bildung der oberschlesischen Erzlagerstätten; Zentralbl. f. Min. usw., 1904, 40—49. — Ders., Über ein Vorkommen von Jordanit in den oberschlesischen Erzlagerstätten; ebenda 723—725; Kohle und Erz, II, 1905, 11—14. — Ders., Die Bodenschätze Schlesiens, 1906, 117—145, Lit.

mergelig-dolomitische, mittlere und der dolomitische obere Muschelkalk, wenn auch gelegentlich nördlich von Tarnowitz Erze noch im letzteren und im Keuper angetroffen werden. Der ganze Triaszug bildet eine durch postjurassische Störungen zwischen die Steinkohlenformation eingefaltete und eingesenkte Masse, die der Abrasion entgangen ist, welcher die übrigen Muschelkalkablagerungen mehr oder weniger zum Opfer fielen. Man betrachtete ihn früher als eine sehr flache Mulde, nach Michael wird er aber besser als ein Graben bezeichnet, der in sich wieder viele Störungen erlitten hat. Durch solche entstand die sogen. Tarnowitzer Mulde, welche eine kompliziert zusammengesetzte NS. streichende Grabenversenkung darstellt und die ähnliche, aber etwa OW. streichende und von ebenso verlaufenden Verwerfungen durchzogene Beuthener Mulde. Die Mehrzahl der im Steinkohlengebirge auftretenden Verwerfungen hat auch die Trias betroffen. Beide „Mulden“ sind durch den zu Tage tretenden Sohlenstein getrennt. In der durch seine Zerklüftung bedingten Wasserzirkulation ist nach Beyschlag und Michael die dolomitische, von der bei Krappitz herrschenden kalkigen Ausbildung abweichende Entwickelung des Tarnowitz-Beuthener Muschelkalks begründet. Nur dort, wo das Gestein dolomitisiert ist, finden sich die Erze; Dolomitisierung und Erzabsatz gingen auch hier wie häufig anderwärts Hand in Hand. Die Haupterzgebiete liegen längs der randlichen Hauptstörungen, gegen das Innere und Tiefste der Gräben wird die Erzführung ärmer.

Der mehr oder weniger silberhaltige Bleiglanz bildet oft Kristalle, die neben dem Würfel mit Vorliebe das Oktaeder zeigen; als Seltenheit ist neuerdings auf der Bleischarleygrube bei Beuthen der Jordanit ($Pb_4As_2S_7$) vorgekommen. Umwandlungsprodukte des Bleiglanzes sind Weißbleierz, seltener Phosgenit, der wieder in Weißbleierz umgewandelt sein kann (Bobrek), Anglesit, Iglesiasit (zinkhaltiges Weißbleierz), Tarnowitzit (rhombisches $(Ca, Pb)CO_3$) und Schwefel. Die Zinkblende ist teils körnig kristallin, teils in mitunter stalaktitischen Gebilden als Schalenblende ausgebildet. Sie ist dann verwachsen mit Bleiglanz und Markasit, bildet stellenweise auch Gemenge mit Wurtzit. Oft ist die Blende aufs innigste gemengt mit Dolomit. Markasit, gleichfalls nicht selten in stalaktitischen Formen, ist viel häufiger als Pyrit und tritt stellenweise in gewinnungswürdigen Massen auf; er enthält etwas Arsen und Spuren von Nickel und begleitet vorzugsweise die Zinkblende gewisser Beuthener Gruben. Der zweifellos auch hier aus der Zinkblende sekundär hervorgegangene Galmei (Zinkspat) ist gewöhnlich dolomitisch und stark mit Eisenerz verunreinigt (roter Galmei). Der sogen. weiße Galmei bildet Überzüge auf den Wänden der weiter unten zu besprechenden Schlotten. Kieselzinkerz ist im ganzen untergeordnet. Psilomelan, Wad, Pyrolusit, Manganspat und Brauneisenerz sind weitere, z. T. bei der Zersetzung des Dolomits entstandene Umwandlungs- und Umlagerungsprodukte.

Die Tarnowitzer und die jetzt wichtigere Beuthener Mulde unterscheiden sich bezüglich ihrer Erzführung insofern, als in ersterer besonders Bleierze, in letzterer hauptsächlich Zinkerze abgebaut werden. Die bedeutendste Tarnowitzer Grube ist die staatliche Friedrichsgrube. In beiden Mulden kommen die Erze im allgemeinen in zwei, in etwa 20—30 m Abstand übereinanderliegenden

Horizonten vor. Der obere Erzhorizont fehlt indessen bei **Tarnowitz** stellenweise ganz. Die untere Lage befindet sich fast unmittelbar über dem Sohlenstein, von dem sie durch den Vitriolletten oder durch eine 1—2 m mächtige Dolomitbank (Sohlendolomit) geschieden ist. Im Trockenberg bei Tarnowitz tritt der Bleiglanz in schwachen, wenig ausgedehnten Streifen, Stöcken oder Knollen auf oder ist derart mit Dolomit durchwachsen, daß dieser den größten Teil des 0,25—0,5 m mächtigen absätzigen Vorkommens ausmacht. Soweit der Dolomit unzersetzt ist, spricht man von der „festen Erzlage", gegen den Ausstrich tritt an deren Stelle die „milde Erzlage", welche aus Letten, Brauneisenerz und aus unzusammenhängenden, zerfressenen Klumpen, Körnern und Platten von Bleiglanz besteht und gewöhnlich von Diluvialsand bedeckt ist. In der milden Erzlage ist der Bleiglanz, vielleicht infolge sekundärer Anreicherung, silberreicher als in der festen; der Gehalt beträgt in ersterer 0,0332 %, in letzterer 0,0248—0,0260 %. Außerdem enthält das Tarnowitzer Blei Spuren von Kupfer, Antimon und sehr wenig Gold. Weißbleierz und Markasit sind ziemlich häufig, untergeordnet und selten der Tarnowitzit und Anglesit. Bei Stolarzowitz fand sich auch ziemlich viel Baryt. Die reichsten Tarnowitzer Lagerstätten lagen am Ostrande der „Mulde".

In der **Beuthener** Mulde wird das sogen. **untere** Lager stellenweise 12 m mächtig, besteht aber größtenteils aus Dolomit, während die Erzführung sich beinahe auf die über dem Sohlenkalk bezw. Vitriolletten gelegene, einige Meter mächtige Dolomitzone und auf hangendere Bänke beschränkt. Es führt Blende, Bleiglanz und Markasit, erstere in mürb-erdigen, manchmal mit Bleiglanz durchwachsenen Massen an der Basis, oder in schaligen Krusten über Blöcken von Dolomit; der Bleiglanz bildet Platten von verschiedener Mächtigkeit und Lagerung, Krusten oder körnige Massen. Das manchmal bis 10 m mächtige, **obere** Erzlager besteht aus dem roten Galmei mit mitunter recht silberreichem Bleiglanz, der Dolomit ist mehr oder weniger eisenschüssig zersetzt. Am Nordrande der Beuthener Mulde wurden bis zu 20 m mächtige Galmeimassen abgebaut, die den vereinigten Ausstrichen des oberen und unteren Lagers entsprachen. Diese Massen gingen nach unten in **weißen Galmei** über, der auch die Wände manchmal viele Meter breiter Schlotten und großer höhlenförmiger Auswaschungen im Sohlenstein in dicken Krusten überkleidete. Solche Absätze von weißem Galmei kommen auch außerhalb des eigentlichen Dolomitgebiets, aber stets in den Randzonen der Mulden, in Auswaschungen sogar der tiefsten Schichten des Chorzower Kalkes vor und sind von Letten und aufgelagerten jungen Eisenerzen bedeckt. Der weiße Galmei ist ein mit Letten verunreinigtes, mitunter auch von Kieselzinkerz und Manganverbindungen begleitetes Zinkkarbonat mit bis zu 45 % Zn. Stellenweise treten in ihm auch sekundäre Bleierze wie Weißbleierz, Bleierde, Phosgenit und Grünbleierz auf. Die bis zu 4 m mächtigen Massen sind besonders südlich von Tarnowitz, u. a. auf der Elisabethgrube bei Miechowitz, ferner zu Dombrowa, Scharley, Danieletz bei Beuthen und bei Radzionkau abgebaut worden.

Das untere Erzlager der Beuthener Mulde bildet jetzt den hauptsächlichen Gegenstand des Bergbaues. Das Mengenverhältnis zwischen den drei Haupterzen

ist ein schwankendes. Reiche bleihaltige und markasitarme Blendeerze zeichnen die Gruben Cäcilie und Neue Helene bei Scharley im Nordflügel der Mulde, zunächst der russischen Grenze aus; arm an Bleiglanz und reich an Markasit waren im allgemeinen die bis zu 12 m mächtigen Blendeerze bei Bleischarley südlich davon. Die westlich von Beuthen auf dem Südflügel der Mulde gelegenen Gruben, wie Rococo, Aufschluß und Maria führen im unteren Lager reiche Blendemittel und besonders die letztere auch Bleiglanz mit nur 0,0043 % Silber.

Die technisch wichtigen Eisenerze der Tarnowitz-Beuthener Gegend sind zweierlei Art. Teilweise sind sie in situ aus dem eisenschüssigen Dolomit und aus dem die Erze begleitenden Markasit hervorgegangen, teilweise aber kamen sie aus eisenhaltigen, wohl den zerstörten Erzlagerstätten entstammenden Lösungen in oberflächlichen Auswaschungen des Kalksteins zum Absatz, die nach der Ablagerung des marinen Mittelmiocäns mit eisenschüssigem Geschiebe, Sanden, Letten, und diesen Erzen ausgefüllt wurden. Diese oberflächlichen Absätze lassen deutlich eine Häufung in nordsüdlich gerichteten Zonen erkennen, reichen teilweise sehr weit über das Dolomitgebiet und damit über den Bereich sulfidischer Erze hinaus und treten noch über den liegenden Chorzower Kalksteinen auf. Sie unterscheiden sich von den gleichfalls bis in die tieferen Kalksteinhorizonte hinabreichenden Galmeilagerstätten durch ihre weit größere Verbreitung. Ein ausgedehntes Vorkommen solcher Eisenerze, die hier nicht von Galmei begleitet werden und unmittelbar über der den Kalkstein bedeckenden Lettenschicht liegen, sowie von einer solchen bedeckt werden, wurde bei Naklo östlich von Tarnowitz abgebaut. Das Erz ist mitunter sehr erheblich manganhaltig, teilweise dicht, glaskopfartig und stalaktitisch und erreicht Mächtigkeiten von mehreren Metern.

Die Entstehung der Erzlagerstätten des oberschlesischen Muschelkalkes ist besonders in den letzten Jahren mehrfach erörtert worden. Wie bei anderen oxydischen und sulfidischen, an dolomitische Kalksteine gebundenen Blei- und Zinkerzlagerstätten, so darf man auch hier als feststehend annehmen, daß das Nebengestein erst während des Absatzes der Erze dolomitisiert wurde, daß die Sulfide die ursprüngliche, die Oxyde dagegen eine in den oberen Teufen und im Ausstriche herausgebildete Erscheinungsform der Erze darstellen und daß insbesondere das Zinkkarbonat eine erhebliche Umlagerung und nach der Tiefe gerichtete Wanderung erfahren haben muß. Die allgemeinen Verhältnisse besonders in der Beuthener Mulde zeigen einige Ähnlichkeit mit dem Vorkommen von Wiesloch auch insofern, als hier wie dort ein toniger Kalkstein die Unterlage der offenbar sekundär dolomitisierten erzführenden Schichten bildet. Die Anschauung, daß thermale, von unten her auf Spalten aufsteigende Minerallösungen sich längs der Schichten des ehemaligen Kalksteins, späteren Dolomits ausgebreitet und ihn vererzt hätten, ist mehr oder weniger entschieden von Krug v. Nidda, Bischof, Eck, Kosmann, Beyschlag und Michael ausgesprochen worden. Man hat sie durch die im übrigen nicht sehr beweisende Beobachtung zu stützen versucht, daß auch auf Klüften des Steinkohlengebirges ähnliche Sulfide wie im Muschelkalk einbrechen. Wenn durch Spalten Minerallösungen in den Muschelkalk eindrangen, so könnte deren Ausbreitung und lösende Wirkung von vornherein durch die tonige und sehr unreine Beschaffenheit des Sohlenkalks und der Chorzower Kalke in diesen Schichten verhindert werden, während die jetzt in Dolomit verwandelten Gesteine des schützenden Tongehalts

69*

fast entbehrten und der Auslaugung preisgegeben waren. Bernhardi und Gürich halten eine syngenetische schichtige Entstehung der Lagerstätten für möglich, letzterer allerdings mit der Einschränkung, daß der ursprünglich durch das Gestein verteilte Erzgehalt stellenweise längs Spalten und jüngeren Breccienbildungen eine Anreicherung erfahren habe, daß indessen die fein durch den Dolomit verteilten Sulfideinsprengungen des ärmeren Erzes noch den ursprünglichen Zustand der Lagerstätte erkennen ließen. Bernhardi hatte die Ausfällung der Sulfide mit Kohlenwasserstoffgasen in Verbindung gebracht, die aus dem Steinkohlengebirge in das Triasmeer emporgestiegen seien. Wie für eine große Anzahl anderer durch Schalenblende und Stalaktitenbildung ausgezeichneter ähnlicher Lagerstätten hat man endlich auch hier eine Erzzufuhr von obenher angenommen; die nach abwärts gerichtete Konzentration eines fein verteilten Metallgehaltes im Muschelkalk selbst hat v. Carnall und dann Höfer behauptet, und Althans hat nicht nur den Erzgehalt des Muschelkalkes, sondern auch den der darüberliegenden Schichten bis zum Jura für den Ursitz der jetzigen Erzführung gehalten. Er glaubte, daß die Tarnowitzer Muschelkalkmasse wahrscheinlich vor der Miocänzeit ein hochgelegenes Karstgebiet gewesen sei, in welchem die von obenher eindringenden Zink- und Bleilösungen zirkulierten. Dabei seien im Tarnowitzer Gebiete die schwerlöslichen Bleiverbindungen über dem Sohlenkalke abgeschieden worden, während die leichter löslichen Zinksalze durch die nach seiner Meinung damals schon bestehenden Schlotten in die Tiefe versanken und in den Dolomitschichten der tiefer liegenden Beuthener Mulde zur Ausscheidung kamen. Die Sulfidbildung soll unter dem Einflusse reduzierender bituminöser Substanzen im Sohlenkalk und, soweit die Lösungen karbonatisch waren, auch durch Schwefelcalcium vor sich gegangen sein, das er sich ebenso aus Gips entstanden denkt. Neuerdings nimmt auch Sachs eine Entstehung durch abwärts gesickerte Lösungen an; mit Bernhardi betrachtet er dem liegenden Steinkohlengebirge entstammende, daneben aber auch im Muschelkalk enthaltende Kohlenwasserstoffe als das Ausfällungsmittel der Erze. Es sei hier hervorgehoben, daß sich die Diskussion über die Entstehung der oberschlesischen Blei-Zinkerzlagerstätten fast genau auf den gleichen Wegen bewegt, wie diejenige über die Vorkommnisse des amerikanischen Mississippigebietes.

Der älteste Bergbau der Gegend fand wahrscheinlich schon im XII. Jahrhundert bei Beuthen, im XIII. bei Tarnowitz statt und hatte hier wie dort Bleierze zum Gegenstand. Nach der im Jahre 1526 erfolgten Gründung der Bergstadt Tarnowitz erreichte der Bleierzbergbau schon im XVI. Jahrhundert eine hohe Blüte; der dreißigjährige Krieg leitete den Verfall ein, der im Jahre 1754 zur Auflassung der Gruben führte. Aber schon nach der endgültigen Erwerbung Schlesiens durch Friedrich den Großen hob sich der Bergbau von neuem besonders durch die Energie des Berghauptmanns v. Reden, der die Gründung der fiskalischen Friedrichsgrube bei Tarnowitz im Jahre 1784 und der Friedrichshütte im Jahre 1786 durchführte. Um die Mitte des XIX. Jahrhunderts, insbesondere seit der Erschließung der reichen Bleierze der Gruben Bleischarley, Samuelsglück und Großdombrowka um 1860, begann Tarnowitz gegen Beuthen an Bedeutung zu verlieren. Die Ausbeutung der jetzt fast erschöpften Galmeilager datiert erst seit etwa 1660; im XVIII. Jahrhundert wurde viel Galmei für die Messingfabrikation gewonnen und bis Schweden exportiert. Die Zinkdarstellung begann 1798 Ruberg, dessen Vorgang im Jahre 1808 die Errichtung der ersten fiskalischen Zinkhütte zu Königshütte folgte. Im Jahre 1869 betrug die Galmeiförderung $6^1/_2$ Mill. Zentner; an ihre Stelle trat späterhin eine sehr ergiebige Ausnutzung der verhältnismäßig spät in den tieferen Horizonten nachgewiesenen Blende, so daß jetzt die Blendeproduktion die Galmeiförderung erheblich übersteigt. Etwa 99 % der ganzen oberschlesischen Eisenerzförderung, die ehedem hauptsächlich in Erzen des Keupers, des Jura und des Tertiärs bestand, werden jetzt dem Muschelkalkgebiete entnommen. Sie

erreichte im Jahre 1889 mit etwa 800000 t ihren Höhepunkt. Im Jahre 1796 wurde die königliche Eisenhütte zu Gleiwitz gegründet, nachdem schon 1754 diejenige von Malapane, 1755 die Kreuzburger Hütte eröffnet worden waren.[1])

Im Jahre 1904 wurden in den Kreisen Tarnowitz und Beuthen 587888 t Zinkerze (212284 t Galmei und 375604 t Blende) und rund 50500 t Bleierze gefördert.

In geringerem Umfang findet auch in den benachbarten Teilen **Polens** und **Galiziens** Galmei- und Bleiglanzbergbau statt. So tritt bei Trzebinia[2]) und Chrzanow Galmei dicht unter der Tagesoberfläche in weiter Verbreitung auf; die Förderung an Zinkerzen betrug im Jahre 1904 gegen 3500 t, an Bleierzen gegen 7000 t. Zu Olkusz in Polen[3]) belief sie sich im Jahre 1903 auf 76000 t Galmei und 700 t Bleierz.

In weiter Erstreckung ist der etwa dem nordalpinen Wettersteinkalk entsprechende obertriasische Kalkstein der Südalpen erzführend. Die da und dort Blei- und Zinkerze umschließende Zone reicht von den Bergamasker Alpen über den Comersee, die Vicentinischen und Ampezzaner Alpen, das Gebiet zwischen dem Drau- und Gailtal und die Karawanken bis zu den Sanntaler Alpen, dem Wachergebirge in Untersteiermark und Johannistal in Krain.[4])

Zu den wichtigsten alpinen Lagerstätten gehören diejenigen auf dem etwa 10 km langen Lagerzuge zwischen Heilig Geist und Kreuth in Kärnten. Ihre höchste Entwicklung haben dieselben auf eine Erstreckung von 7 km zwischen **Kreuth** und **Bleiberg**.[5]) Bleiberg liegt etwa 12 km westlich von Villach in

[1]) Fechner, Geschichte des Schlesischen Berg- und Hüttenwesens von 1740 bis 1806; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLVIII, 1900; XLIX, 1901; L, 1902.

[2]) Herrmann, Über den Bergbau im Kreise Chrzanow in Galizien; Ztschr. d. oberschles. Berg- und Hüttenm. Ver., XXXVI, 1897, 16—23; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 250—252.

[3]) Kontkiewitsch, Bericht über geologische Untersuchungen und Schürfungen im Bereiche der Zinkerzlagerstätten der Umgebung von Slawkow; Bergjournal, 1902, 1, 149—162; Ref. N. Jahrb., 1904, I, —227—. — Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 302; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 286.

[4]) Höfer, Österr. Ztschr. f. d. Berg- u. Hüttenw., XLI, 1893, 81—82.

[5]) Mohs, Über die Villacher Alpe und die dieselbe zunächst umgebenden Gegenden; v. Molls Ephemeriden der Berg- u. Hüttenk., V, 1807, 161—228. — v. Cotta, Über die Blei- und Zinklagerstätten Kärntens; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXII, 1863, 9—12, 33—35, 41—43, Lit. — Peters, Die Umgebung von Deutsch-Bleiberg in Kärnthen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., 1856, 67—90. — Ders., Einige Bemerkungen über die Blei- und Zinkerzlagerstätten Kärnthens; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXII, 1863, 125—129, 133—135; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XI, 1863, 187—190, 204 bis 206. — Potiorek, Über die Erzlagerstätten des Bleiberger Erzbergs; ebenda 373 bis 375, 382—385. (Erwiederung auf den Aufsatz Peters'.) — Pošepný, Über alpine Erzlagerstätten; Verh. k. k. Reichsanst., 1870, 124—126. — Makuc, Orientierender Vortrag über Bleiberg; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., Vereins-Mitt., XXXI. 1883, 86—89. — Pošepný, Über die Entstehung von Blei- und Zinklagerstätten in auflöslichen Gesteinen; Leobener Jahrb., XLII, 1894, 77—130. — Hupfeld, Der Bleiberger Erzberg; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 233—247, Lit. — Brunlechner, Die Entstehung und Bildungsfolge der Bleiberger Erze und ihrer Begleiter; Jahrb. d. naturh. Mus. v. Kärnten, XXV, 1899, 61; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1900, 50—53. — v. Moi-



einem tiefeingeschnittenen, OW. verlaufenden Tal, welches im Süden von dem 2167 m hohen Dobratsch, im Norden von dem von vielen Halden bedeckten und von zahlreichen Bauen durchörterten Erzberg (etwa 1800 m) flankiert wird. Das triasische Gebirge stellt hier eine zwischen zwei longitudinalen Hauptstörungen, dem nördlichen Draubruch und dem südlich verlaufenden Gailbruch, eingesunkene Scholle dar, das Bleiberger Tal selbst liegt über einer weiteren wichtigen, OW. streichenden Verwerfung, deren Betrag in derselben Richtung zunimmt. Die in der Umgebung Bleibergs aufgeschlossenen Schichten sind folgende: über den Werfener Schichten (rote Sandsteine und Konglomerate) liegt der Guttensteiner Kalk (mergeliger Kalkstein) und der mächtige Wettersteinkalk; letzterer ist meist ein heller, dickbankiger Kalkstein mit Megalodon triqueter. Er ist teilweise dolomitisch und besitzt einen sehr wechselnden Magnesiagehalt. Dort wo der Kalk von Klüften durchzogen ist, soll der Magnesiagehalt infolge von Auslaugung des leichter löslichen Kalkkarbonats ein höherer sein. Unregelmäßig durch den hellen Kalkstein verteilt sind Partien von dunklerer Färbung. Quarz tritt in dem Gestein in winzig kleinen Kristallen auf, welche im übrigen das einzige Quarzvorkommen in dem Gebiet der Erzlagerstätten darstellen. Der Wettersteinkalk ist das Nebengestein der letzteren und heißt deshalb auch „der erzführende Kalk“. Die darüber folgenden Carditaschichten (Raibler oder Bleiberger Schichten mit Pinacoceras floridum, Corbis Mellingi, Myophoria Kefersteini usw.) sind ein stark bituminöser, stets markasit- und schwefelkiesführender Schiefer von dünnplattiger Struktur, muscheligem Bruch und tiefschwarzer Farbe. Die beiden Sulfide bilden gern Konkretionen, welche bei der lehmigen Verwitterung des Schiefers zu derben Brauneisenerzmassen werden. Bekannt sind die Einlagerungen von prächtigem Muschelmarmor. Der Stinkstein, ein stets magnesiareicher, infolge seines Bitumengehalts beim Anschlagen stark riechender Kalkstein, wird bis jetzt dem Horizont des Hauptdolomits[2]) zugerechnet.

Die geologischen Verhältnisse sind verschieden im Bleiberger Revier (im Osten) und im Kreuther Revier (im Westen). Beide sind durch eine wichtige, h. 2—3 streichende Querverwerfung, die Rauter Ries, voneinander geschieden und 4 km voneinander entfernt. Im Kreuther Revier streicht der Wettersteinkalk in h. 7—8 und fällt im allgemeinen 40—50° gegen S. Er wird etwas diskordant vom Schiefer, der mit Stinkstein wechselt und dessen unterste recht konstante Lage als Hauptschiefer bezeichnet wird, überlagert. Im Bleiberger Revier streicht der Wettersteinkalk im Westen h. 7, im Osten h. 9, mit einem Einfallen von 15—25° nach SW. Der Schiefer liegt diskordant auf dem Kalk. Er wird bis zu 60 m mächtig, fehlt aber manchmal infolge von Störungen

sisovicz, Über die tektonischen Verhältnisse des erzführenden Triasgebirges zwischen Drau und Gail; Verh. k. k. Reichsanst., 1872, 351—353. — Geyer, Zur Tektonik des Bleiberger Thales in Kärnten; Verh. k. k. Reichsanst., 1901, 338—359. — Block, Geologie und Bergbau um Bleiberg in Kärnten; Manuskript im Archiv der Clausthaler Bergakademie.

[2]) Vergl. übrigens die neuere Schichtengliederung zu Raibl, S. 1078.

ganz, so daß dann der Stinkkalk über dem erzführenden Kalk liegt. Der **Wettersteinkalk** bildet fast ausschließlich den Erzberg.

Die recht unregelmäßig geformten Erzlagerstätten von Bleiberg-Kreuth sind an den **Durchschnitt von Querspalten im erzführenden Kalk** mit gewissen **Schichtflächen** gebunden (Fig. 219 u. 220). Die ersteren heißen zu Bleiberg „Gänge", die letzteren „Flächen"; in Kreuth gebraucht man die Bezeichnungen „Kreuzklüfte" und „Lager". Da zu Bleiberg die „Flächen" h. 7 bis 9 streichen und etwa 20° nach SW. einfallen, die „Gänge" aber etwa h. 5—7 gerichtet sind und fast seiger stehen, so haben die Erzmittel dort annähernd westöstliche Richtung. Zu Kreuth fallen die h. 7—8 streichenden Schichten 40—50° S., die h. 9 streichenden „Kreuzklüfte" 50—70° NO., so daß sich dort für die Erzkörper eine nordwestliche Richtung ergibt. Der Querschnitt der unregelmäßig geformten Massen erreicht 50—100 Quadratmeter. Nicht jede Schichtfläche hat „ver-

Fig. 219. Grundriß eines Teils des Grubenfeldes von Bleiberg Maßstab 1:12500, (Pošepný, 1894.)

edelnd" auf die Gangklüfte gewirkt, sondern es sind nur einzelne, an deren Durchschnitt mit letzteren reichere Erzmittel gebunden sind. Block sieht den Grund für diese merkwürdige Erscheinung in einer brecciösen Zerrüttung des erzführenden Kalkes gerade in der Nähe dieser veredelnden Flächen und möchte dieselbe auf Druck und geringfügige Bewegungen zurückführen, welche eben auf diesen Flächen stattfanden. Die Zertrümmerung ist manchmal nicht ohne weiteres deutlich erkennbar, sie wird aber deutlich, wenn der Kalk angeschliffen und poliert ist. Zwischen die Bruchstücke des Kalksteins hat sich, wenn der Schiefer nahe benachbart ist, tonige Substanz angesiedelt, welche dem Kalkstein eine netzförmige Marmorierung verleiht. In denselben Spältchen ist es auch zum Niederschlag von Bleiglanz und Schwerspat gekommen. Ein so zertrümmertes Gestein mußte selbstverständlich der Weglaugung wesentlich günstiger sein als ein ganz kompaktes. Die Erzmittel folgen bald mehr der Erstreckung der Gänge („Gangverhau"), bald derjenigen der Flächen („Flächenverhau"). Im ersteren Falle haben sie die Form hochkantig stehender, im zweiten diejenige liegender Lineale. Die Erzvorkommnisse werden im Wettersteinkalk nur in der Nähe des Schiefers, und zwar zu Bleiberg in einer etwa 500 m, in Kreuth in einer nur 70 m breiten Zone unterhalb des letzteren angetroffen. Außer den großen Erzmitteln gibt es noch zahllose schmale Klüfte und Gänge,

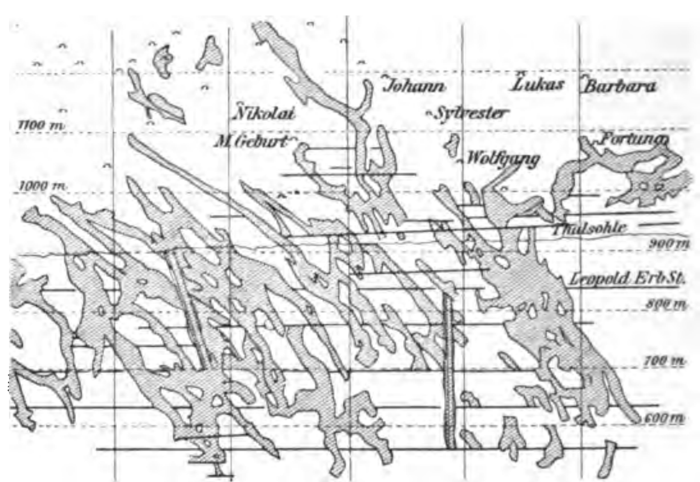


Fig. 220. Profil durch den Bergbau von Kreuth. Maßstab 1:12500. (Pošepný, 1894.)

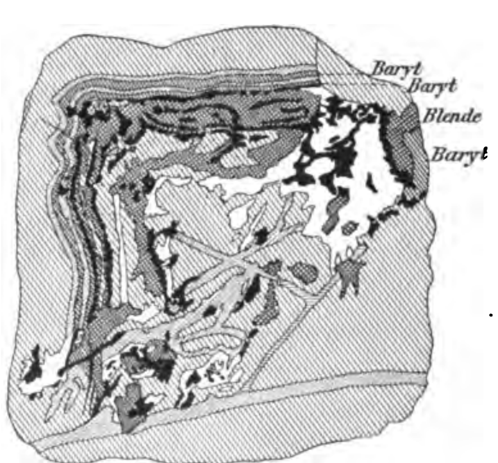


Fig. 221. Ortsbild zu Kreuth. Maßstab 1:26. (Pošepný, 1894.) Das schraffierte Nebengestein ist Kalkstein, die in entgegengesetzter Richtung schraffierten Partien sind dunkler Kalkspat, nicht schraffiert weißer Kalkspat, schwarz Bleiglanz.

sowie Butzen von Erz, welche sich neben, über und unter den ersteren finden. Manchmal liegen solche Butzen völlig isoliert und haben das Aussehen von Konkretionen. Sie erhielten ihre Füllung offenbar durch feine Haarspältchen, welche den Kalk massenhaft durchziehen und selbst häufig etwas Erz und Schwerspat führen. Jüngere „Kreuzklüfte“ bewirken Verschiebungen und damit Schleppungen der Erzmittel.

Die primäre Erzführung der Lagerstätten besteht aus Bleiglanz und Zinkblende. Der Bleiglanz ist das Haupterz; er enthält kein Silber und liefert ein geschätztes, antimon- und kupferfreies Blei. Außer in derben Massen kommt er kristallisiert, und zwar gern in vorwaltenden Oktaedern vor. Auch Röhrenerze mit einem Kalkspatkern sind gefunden worden. Die Zinkblende ist hell und beinahe ganz eisenfrei. Zutage ist sie in Galmei umgewandelt. Hauptgangart ist der Schwerspat; seltener ist schön himmelblauer Anhydrit in derben Massen und lichtrötlicher oder farbloser Flußspat, letzterer in kleinen Kristallen, jünger als Bleiglanz und Zinkblende. Beide kommen zu Kreuth vor. Kalkspat ist selbstverständlich häufig; dagegen fehlt der Quarz als Gangmineral vollständig. Selten ist Aragonit. Von sekundären Erzen ist vor allem Gelbbleierz zu erwähnen, das sich in den Bleiberger Lagerstätten in den oberen Teufen vorfindet. Weißbleierz ist nicht selten, Anglesit sehr selten, ebenso der Plumbocalcit ((Ca, Pb) CO_3, rhomboedrisch). Von den Umwandlungsprodukten der Zinkblende ist Zinkspat in den oberen Teufen häufig, Kieselzinkerz, in schönen Kristallisationen, spärlicher. Nicht selten ist Zinkblüte, die sich als jüngstes Gebilde sogar auf altem Grubenholz vorfindet. Endlich ist Markasit weit verbreitet; zu Kreuth ist endlich manchmal Bergleder gefunden worden; es ist eine asbestartige Masse, welche Dolomitbrocken umhüllt.

Die einfachste Art des Erzauftretens ist diejenige in Gängen. Manchmal erfüllt nur Bleiglanz die Spalte, die indessen auch hier häufige Erweiterungen, Ausbuchtungen und Verzweigungen zeigen kann. Im übrigen weist eine sehr häufige, allerdings unsymmetrische Krustenstruktur und das Vorkommen von Breccien, die durch Zinkblende, Bleiglanz und Schwerspat verkittet sind, darauf hin, daß die Lagerstätten mindestens in der Hauptsache als Ausfüllungen präexistierender Hohlräume aufgefaßt werden müssen, die allerdings durch ähnliche Lösungen ausgelaugt worden sein können, wie diejenigen, welche die Erze brachten. Die Auslaugungen können sogar noch nach dem Erzabsatz stellenweise weiter gedauert haben, aber eine rein metasomatische Bildungsweise unter Annahme einer partikelweisen Verdrängung des Kalksteins durch das Erz ist für Bleiberg nicht denkbar. Es mag gleichwohl erwähnt sein, daß der derbe Bleiglanz manchmal Steinkerne von Megalodon umhüllt.

Die Kreuther Lagerstätten gleichen bei oberflächlicher Betrachtung Lagern, welche konkordant zwischen die Kalkschichten eingelagert sind und Mächtigkeiten von 4—5 m besitzen. Gegen das Liegende oder gegen das Hangende sind die Erzbänke häufig begrenzt durch meistens sehr dünne Schieferlagen, zwischen denen diejenige Kalkmasse lag, an deren Stelle die Erze sich angesiedelt haben. Ist der Kalk nicht völlig entfernt, so ist die Abgrenzung der Erzmasse eine unvollkommene, im andern Fall eine sehr scharfe. Sind in dem

zwischen den Schichten ausgelaugten Hohlraum Teile der Decke mit samt dem schützenden Schiefer niedergebrochen, dann wurde auch das Hangende über dem letzteren von der Aushöhlung betroffen und die Gestalt der Erzmasse eine unregelmäßige. Übrigens können die lagerförmigen Erzmittel auch von einem Horizont in einen anderen übersetzen. Außer dem erzführenden Kalk enthält auch der Schiefer hier und da, meistens im Zusammenhang mit den Lagerstätten im letzteren, geringfügige Erze. Nur selten führt auch der bituminöse Stinkstein Erzabsätze.

Der Bleiberg-Kreuther Bergbau ist schon sehr alt; etwa 800 Stollen, welche in den Erzberg getrieben sind, legen davon Zeugnis ab. Sehr wahrscheinlich ist schon in der Römerzeit dort Bergbau umgegangen. Gegenwärtig ist man zu Bleiberg bis zu einer Tiefe von 180 m, zu Kreuth bis zu 400 m unter der Talsohle vorgedrungen. Der ehedem staatliche Bergbau ist seit den sechziger Jahren Eigentum der „Bleiberger Bergwerks-Union". Von Interesse ist, daß auch der Bleiberger Muschelmarmor in früherer Zeit abgebaut und in vielfacher Weise wie ein Halbedelstein verwendet worden ist.[1])

In mancher Beziehung ähnliche, in mehrfacher andere Verhältnisse als zu Bleiberg zeigen die Erzlagerstätten von **Raibl**[2]) in Kärnten. Dieser Bergort liegt 25 km SSW. von Bleiberg, 28 km von Villach und kaum 8 km von der Station Tarvis der Eisenbahn Villach—Pontebba hart an der italienischen Grenze in einer der schönsten Landschaften der Julischen Alpen. Von der triasischen Scholle von Bleiberg-Kreuth ist das Gebiet durch älteres Gebirge getrennt. Nach der amtlichen Veröffentlichung unterscheidet man jetzt in der Richtung von N. nach S. folgend bei südlichem Schichtenfallen von unten nach oben:

1. Werfener Schichten.
2. Muschelkalk.
3. Buchensteiner Schichten.
4. Wengener Dolomite = erzführender Kalk und Dolomit = Wettersteinkalk.
5. Bituminöse, schwarze Kalkschiefer, Kalkmergel und Mergelschiefer, zu oberst mit Fischen, Myophoria Kefersteini. Cassianer Schichten.
6. Cassianer Dolomite.
7. Raibler oder Torer Schichten mit Ostrea montis caprilis, Pecten filosus.
8. Dachsteinkalk.

[1]) Siehe Wulfens Arbeit über den pfauenschweifigen Helmintholith oder den sogenannten opalisierenden Muschelmarmor. Erlangen 1793. Zitiert von Makuc.

[2]) v. Morlot, Über die geologischen Verhältnisse von Raibl; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., I, 1850, 255—267. — Niederrist, N. Jahrb., f. Min. etc., 1852, 769. — Lipold, Bleierze im südöstlichen Teile Kärntens; Jahrb. d. k. k. geol. Reichs-Anst., VII, 1856, 369—371. — Ders., Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1862, 292—293. — Pošepný, Über alpine Erzlagerstätten; ebenda 1870, 124—126. — Ders., Zur Genesis der Galmeilagerstätten; ebenda 1870, 247—249. — Ders., Die Blei- und Galmei-Erzlagerstätten von Raibl in Kärnten; Jahrb. k. k. geol. Reichs-Anst., XXIII, 1873, 315—420, Lit. — Ders., Die sogen. Röhrenerze von Raibl; Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1873, 84—87. — Ders., Über die Genesis der Erzlagerstätten; Leob. Jahrb., XLIII, 1895, 136—140. — Waltl, Das Vorkommen von Hydrozinkit in Raibl; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXIX, 1891, 491—492. — Göbl, Geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Raibl nebst Bildern von den Blei- und Zink-Lagerstätten in Raibl; aufgenommen von den k. k. Bergbeamten, herausgeg. vom k. k. Ackerbauministerium, 1903.

Einige Vorkommnisse von Felsitporphyr im Norden von Raibl stehen zu den Erzlagerstätten in keiner Beziehung.

Für das Raibler Bergbaugebiet kommen nur in Betracht die erzführenden Kalke und Dolomite, als Nebengestein der Lagerstätten, und die bituminösen Schiefer, welche hier eine ähnliche Rolle spielen wie die (wohl annähernd gleichalterigen?) bituminösen Schiefer von Bleiberg. Wenn man von kleineren Vorkommnissen auf der östlichen Talseite absieht, so liegen die Raibler Lagerstätten am Südabfall des 1918 m hohen Königsbergs, welcher im Westen das Tal beherrscht, während auf der gegenüberliegenden Talseite der zackige, fast ebenso hohe Fünfspitz aufsteigt. Die Hauptmasse des Königsbergs wird von Wettersteinkalk gebildet.

Das Grubengebiet am Königsberg umfaßt zwei Eelder, das große staatliche und das viel kleinere, südöstlich daran stoßende gewerkschaftliche oder Strugglsche Feld. In dem einen liegen vorzugsweise Bleiglanz-Zinkblende-Lagerstätten, die nur in den obersten Horizonten Galmei führen, das andere hat eine besondere Bedeutung wegen seiner Galmeigruben.

Die Beschaffenheit des sogen. erzführenden Kalkes ist nicht überall dieselbe, indem er bald mehr, bald weniger dolomitisch ist; ja man kann sagen, daß er vorzugsweise sogar als ein echter Dolomit bezeichnet werden muß. Der Magnesiagehalt zeigt eine gewisse Abhängigkeit von der Nähe des Gesteins an dem „Hangendschiefer“ (bituminöse Schieferplatten), indem unter letzterem zuerst eine mächtige Zone von Dolomiten und unterhalb dieser eine Kalkzone folgt; die Bleibergbaue liegen in ersterer, die Galmeibergbaue vorzüglich in letzterer Zone. Die Dolomite sind nach Pošepný sekundär entstanden, einerseits durch Wegfuhr von Kalk und Anreicherung der Magnesia in ursprünglich magnesiahaltigen Kalksteinen, andererseits durch Zufuhr von Magnesia zu reineren Kalksteinen längs stark zerklüfteter Gesteinszonen. Eine Höhlenbildung und eine metasomatische Dolomitisierung magnesiaärmerer Kalksteine längs der Klüfte sind Hand in Hand gegangen. Der Vorgang ereignete sich vor Ansiedelung der Erze. Durch diese Dolomitisierung des Gesteins entstand bald ein von dolomitischen Trümern durchschwärmter Kalkstein, bald eigenartige massige Dolomite, welche Reste des letzteren umschließen und an Breccien erinnern können. Pošepný bezeichnete dieselben als „Typhone“ (Fig. 222).[1] Der die unteren Niveaus des „erzführenden Kalks“ einnehmende Kalkstein ist bald massig, bald geschichtet und geht dann stellenweise in „Dolomitschiefer“ über.

Die Bleiglanz-Zinkblende-Lagerstätten führen als primäre Erze Bleiglanz, Zinkblende, etwas Kupferkies und Markasit; Gangart ist vor allem der Dolomit, untergeordneter der Kalkspat, selten Schwerspat und Flußspat; sekundär sind Cerussit, Gelbbleierz und Zinkspat. Der Bleiglanz ist kristallin, manchmal auch schön kristallisiert, und zwar auch hier wie auf anderen ähnlichen Lagerstätten besonders gern in Oktaedern. Die feinkristalline, kadmiumhaltige Zinkblende kommt in der Modifikation der Schalenblende bald in brauner, bald gelber, roter oder grünlich-grauer Farbe vor; stellenweise ist sie fast

[1]) Verh. k. k. Reichs.-Anst., 1871.

farblos. Sie bildet einen großen Teil der Erzförderung. Markasit findet sich besonders gern in der Nähe des Hangendschiefers und in diesem selbst.

Sowohl die Bildung der „Dolomittyphone“ als auch die Erzabsätze sind gebunden an vorzugsweise nach Norden streichende Klüfte, welche als „Blätter“ bezeichnet werden. Soweit sie nicht durch die Wasserzirkulation verändert worden sind, stellen sie sich als sehr feine Spalten mit meist glattpolierten Wänden dar und sind teilweise echte Verwerfungen mit Rutschstreifen. Dies gilt besonders für ihr Auftreten im Dolomit, während sie im Kalkstein als weiter geöffnete, der Rutschstreifen und Glättung entbehrende Klüfte in Erscheinung treten. Am Tage werden, infolge des Einflusses der Atmosphärilien, diese Blätter zu engen, das Gestein durchziehenden Spalten, den sogen. „Klammen“. Längs der Blätter sind im allgemeinen die westlicheren Teile des Königsbergs gegen die östlichen abgesunken (Fig. 223), so daß dort der Hangendschiefer, im Strugglschen Felde aber der unter dem Dolomit liegende Kalkstein ansteht. Das Tal von Raibl selbst dürfte gleichfalls einer derartigen NS. streichenden Dislokation seine Entstehung verdanken. Von den Klammen ist besonders die Johanni-Klamm nennenswert, weil unter ihr die hauptsächlichsten Erzkörper des fiskalischen Grubenfeldes gelegen sind. Von praktischer Bedeutung



Fig. 222. „Dolomittyphon“ nach Pošepný, 1878. Maßstab 1:55.

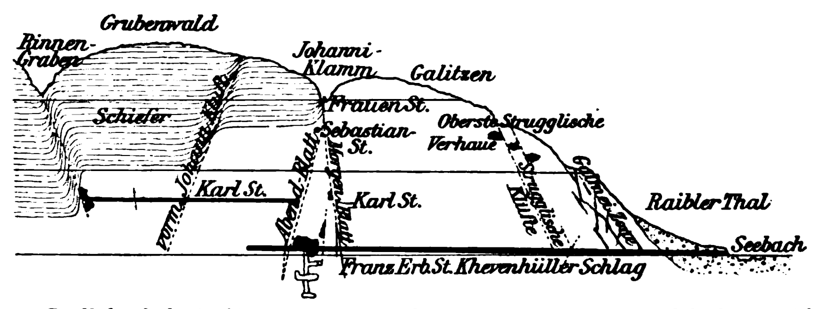


Fig. 223. Profil durch die Raibler Lagerstätten in der ungefähren Richtung des Schichtenstreichens. Maßstab 1:9200. (Pošepný, 1878.)

sind diese Blätter auch deshalb, weil die Grenzfläche zwischen Schiefer und erzführendem Kalk wegen derselben treppenförmig gegen Südwesten zu absteigt. Durch die Gesamtheit der Blätter, welche zwischen der Talmulde und der westlichen Feldgrenze am Rinnengraben auftreten, das ist in einem 780 m breiten Gebirgsteil, hat der erzführende Kalk eine scheinbare südlich gerichtete Verschiebung von zusammen etwa 400 m erfahren. Die Blätter

treten zusammen zu Blattgruppen. Der fiskalische Bergbau hat die Lagerstätten dreier Blattgruppen zum Gegenstand, von denen diejenigen am Abend-

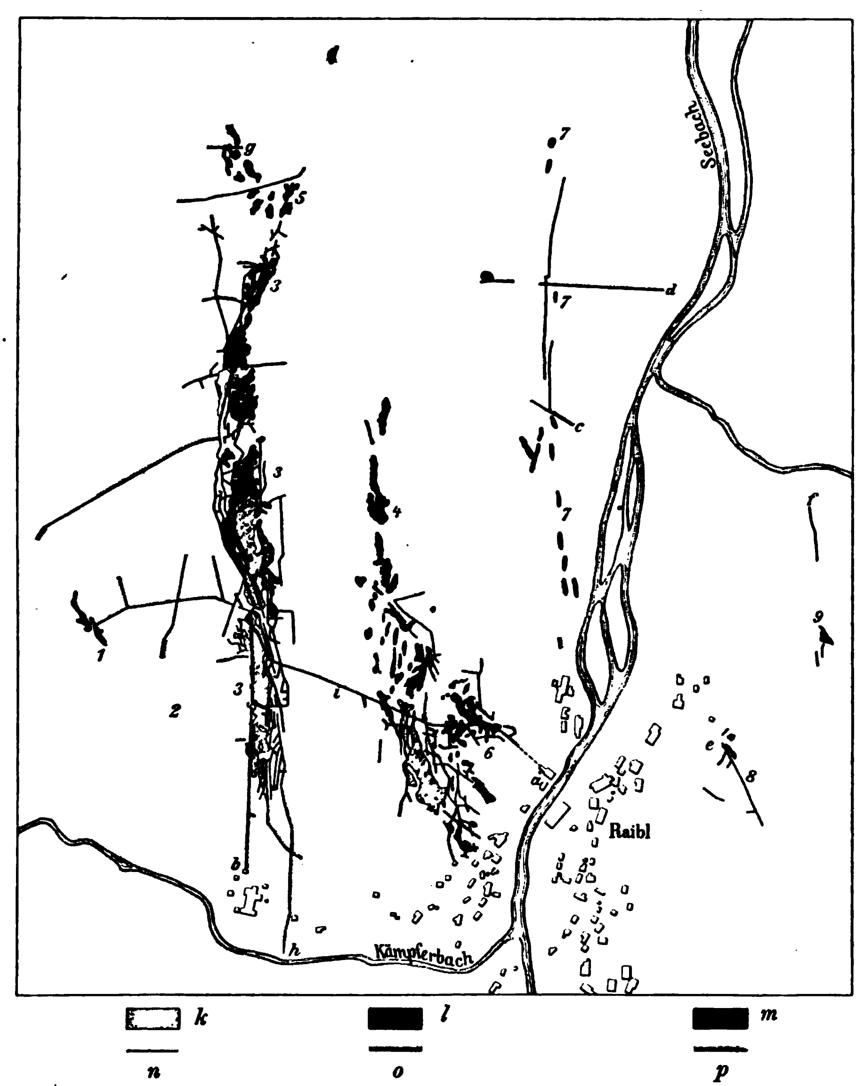


Fig. 224. Übersichtskärtchen über die Lagerstätten und Baue bei Raibl. Maßstab 1:12000. (Pošepný, 1873.)

a Franz-Erbstollen.	*g* Ober-Andreistollen.	4 Böses Gras.
b Karlstollen.	*h* Wasserstollen.	5 Klein-Königsberg.
c Josefistollen.	*i* Khevenhüller Schlag.	6 Strugglsches Grubenfeld.
d Aloisistollen.	1 Rinnengraben.	7 Bergbau am Josefiblatt.
e Franz- und Ignazistollen.	2 Grubenwald.	8 Bergbau am Ignazistollen.
f Luschari-Zubaustollen.	3 Johanni-Klamm.	9 Bergbau an den Luscharíblättern.

k Bleiglanz, *l* Galmei, *m* Bleiglanz und Galmei. *n* Stollen und Strecken im erzführenden Dolomit, *o* in den Cassianer Schichten, *p* im erzführenden Kalk.

und Morgenblatt weitaus die wichtigsten sind. Der horizontale Durchmesser dieses Haupterzzuges schwankt zwischen 50 und 140 m. Die Bleiglanz-Zinkblende-Lagerstätten ähneln bald mehr einem Gange, bald mehr einem Lager. Im ersteren Falle folgt das Erz den Blättern; innerhalb dieser gangartigen Massen findet stellenweise eine Konzentration des Erzreichtums zu Erzmitteln statt, welche eine von dem Einfallen der Kluft unabhängige Richtung innerhalb der Gangfläche besitzen. Im zweiten Fall verläßt der Erzkörper die Kluft und breitet sich auf einer Schichtfläche aus. Solche „Lager" haben erhebliche Dimensionen. Sie sind stockförmig und ihr Abbau führt zu großartigen Weitungen. Die reicheren Erzmittel („Adelsvorschübe") der gangartigen Massen fallen allgemein nach Süden ein. In ähnlicher Weise sind die „Lager" an die nahe Schiefergrenze und wahrscheinlich auch an einen zweiten, tiefer gelegenen

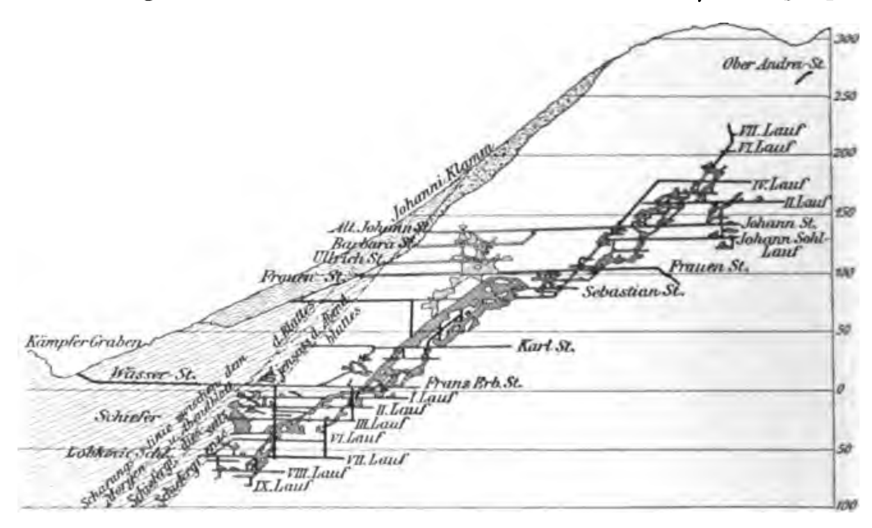


Fig. 225. S.—N. Profil des Johanni-Klamm-Erzmittels. Maßstab 1 : 12000. (Posepný, 1873.) Die Zahlen bedeuten Klafter zu 1,9 m.

Horizont von Kalkschiefern gebunden. „Es scheinen alle schieferigen Einlagerungen, besonders aber die in der Nähe der Hangendschiefer-Überlagerung gelegenen, einen günstigen Einfluß auf die Veredelung der Klüfte zu besitzen." (Pošepný.)

Insofern besteht also Analogie mit den Lagerstätten von Bleiberg und Kreuth; doch hat bei letzteren nicht eine so intensive Dolomitbildung stattgehabt. Die Dolomitisierung des Kalksteins, sowie die Bildung der „Dolomittyphone" einerseits und der Erzabsatz andererseits sind zwei zeitlich verschiedene Vorgänge gewesen. Im Gefolge der Auslaugungen, welche zur Dolomitbildung führten, stand die Entstehung größerer oder geringerer Hohlräume, und diese sind von Erz ausgefüllt worden. Dies ergibt sich aus der ausgezeichneten Schalen- und Bandstruktur der Raibler Erze. Die Ausfüllung der mehr oder weniger unregelmäßigen Hohlräume (Fig. 226) hat lagenweise stattgefunden wie in einem Erzgang. Schalige Zinkblende ist in der Regel der älteste Absatz, auf sie folgt

kristallisierter Bleiglanz, und Dolomit pflegt die Drusen auszufüllen. Von ganz besonderer Bedeutung für das genetische Verständnis dieser Lagerstätten sind die von Pošepný ausführlich beschriebenen „Röhrenerze“, d. s. stalaktitische Massen von Bleiglanz, welche, nach Bruchstücken zu urteilen, über einen Dezimeter lang und 1/2—2 cm dick sind. Diese tropfsteinartigen Gebilde sind innen oft hohl, häufig aber auch mit z. T. sekundären Mineralabsätzen erfüllt. Die Bleiglanzröhren besitzen bei allen äußeren Unregelmäßigkeiten die einheitliche Struktur eines Bleiglanzkristalles; die Röhrenachse fällt zusammen mit einer trigonalen Achse des Würfels, die Spaltung erzeugt also an jedem Ende der Röhre eine dreiflächige Würfelecke. Daß der Absatz der Sulfide in fertig gebildeten Hohlräumen vor sich ging und diese mitunter nur zum geringen Teile

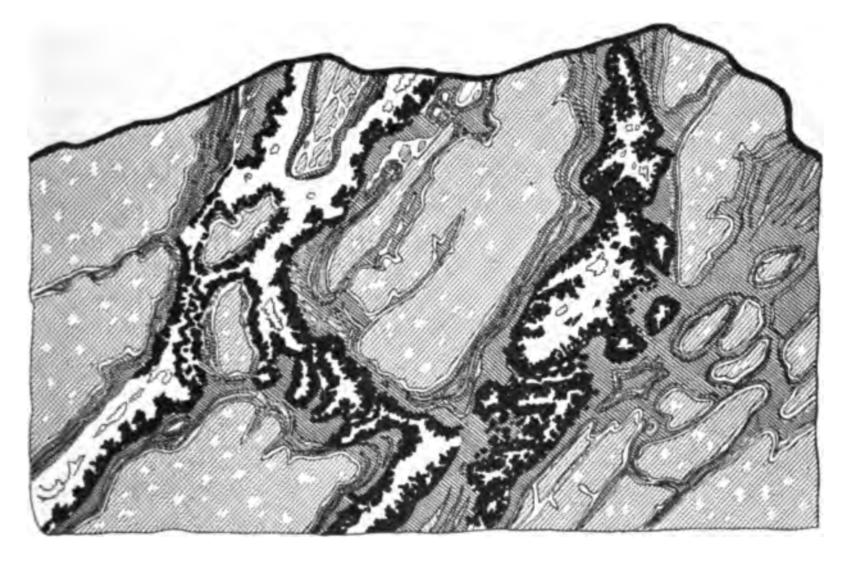


Fig. 226. Lagerstättenbild vom 5. Johanni-Firstenlauf. Maßstab 1:55. Dolomit (hell schraffiert) ist durchwachsen von heller (punktiert) und dunkler Blende (dunkel schraffiert), Bleiglanz (schwarz) und Dolomit (weiß). (Pošepný, 1873.)

ausfüllte, hat die im Jahre 1892 erfolgte Erschließung einer erzführenden Grotte bestätigt. In den obersten Bauen, über dem 4. Johanni-Lauf[1]) bricht statt der Sulfide besonders Galmei ein.

Die Galmeilagerstätten treten nach Pošepný im Kalkstein auf. Sie streichen unmittelbar am Dorfe Raibl und am südöstlichen Fuße des Königsbergs aus und sind gekennzeichnet durch eine lebhafte Färbung des vielfach durchwühlten Berghanges. Sie machen die Hauptmasse des Privatgrubenfelds aus. Das Zinkerz ist hauptsächlich Zinkspat, der verunreinigt ist mit Brauneisenerz und dessen Gehalt außerdem durch Karbonate von Eisen, Magnesia, Kalk und Mangan vermindert wird. Die Färbung des Erzes ist deshalb eine gelblich-

[1]) Wegen der neueren Grubenaufschlüsse sei auf das Profil in der amtlichen Veröffentlichung 1903 verwiesen. Diese bringt auch genauere Einzelheiten über die Erzaufschlüsse von Raibl.

braune oder rotbraune. Charakteristisch für das Galmeivorkommen ist im allgemeinen die Art des Nebengesteins, welches selten dolomitisiert ist. Das Erz tritt in unregelmäßigen Stöcken, in Butzen und gangartigen, verzweigten Massen von wechselnder Mächtigkeit oder, infolge der Weglaugung des umschlossenen Kalksteines, in rauchwackeähnlichen, zelligen Gebilden, als sogenannter Zellengalmei auf. Die Struktur der derberen Erzpartien ist eine krustenförmig schalige; die Schalen und Krusten laufen der Wand des Nebengesteins parallel, und letztere zeigt napfförmige Vertiefungen, welche offenbar von Korrosionen herrühren. Der Erzabsatz ist kein homogener, wie das schon die schalenförmige Struktur desselben erkennen läßt; es sind reinere und unreinere Lagen, welche miteinander wechsellagern. Neben dem Zinkkarbonat kommt nur selten und dann als jüngere Bildung Kieselzinkerz und Willemit, häufiger die Zinkblüte vor. Die letztere ist in tropfstein- und sinterartigen Massen ein Gebilde der jüngsten Zeit und bedeckt Wände und Sohle alter Abbaue. Stark mit Eisenerz verunreinigtes Zinkkarbonat heißt roter Galmei, mit Zinkkarbonat vermengtes Brauneisenerz führt die Bezeichnung „Moth“ und wird an Farbwerke verkauft. Endlich finden sich im Ausgehenden der Lagerstätte große Mengen von Brauneisenerz, welches in seiner Struktur sehr dem Zellengalmei ähnelt. Bleiglanz und Zinkblende kommen in den Galmeistöcken stellenweise vor.

Die Raibler Erzlagerstätten sind vor Pošepný zumeist für Kombinationen von Lagern mit Gängen gehalten worden; so behauptet z. B. Niederrist, daß die Gänge erst dort ihren Adel erhalten hätten, wo sie die Lager durchschneiden. Pošepný hat zuerst die epigenetische Entstehungsweise aller Raibler Lagerstätten bestimmt und überzeugend nachgewiesen. Es mag hier ferner erwähnt werden, daß Sandberger[1]) versucht hat, die Theorie von der Lateralsekretion der Erze auch auf diese Lagerstätten anzuwenden. Er glaubte, das Erz müsse dem bituminösen Hangendschiefer entstammen, weil er darin neben Arsen und Molybdän (welche zu Raibl auf den Lagerstätten fast nicht bekannt sind) auch Blei, Zink und Spuren von Kupfer und Chrom nachweisen konnte.

Der Raibler Bergbau ist jedenfalls alt, wenn er auch nicht, wie manche annehmen, schon zur Römerzeit existiert hat, wie solches für Bleiberg höchst wahrscheinlich ist. Aus seiner Vorgeschichte ist zu bemerken, daß auch er seinerzeit eine Fuggersche Unternehmung gewesen ist. Die Verstaatlichung des Hauptfeldes begann etwa um die Mitte des XVIII. Jahrhunderts.

Auf der Nordseite des erzführenden Gebirges von Bleiberg, von der Station Feistritz-Paternion im oberen Drautal aus erreichbar, bauen auf ähnlichen Lagerstätten die alten Gruben von Rubland bei Kreuzen.[2]) Nördlich von Hermagor im Gailtal (Westkärnten) hat früher ein Bleierzbergbau am Radnig,

[1]) Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXIX., 1880, 339, 390. Untersuchungen über Erzgänge, I, 1882, 4.

[2]) Pošepný, Über die Entstehung der Blei- und Zinklagerstätten in auflöslichen Gesteinen; Leobener Jahrb., XLII, 1894, 95—101. — Rosenlecher, Die Zink- und Bleierzbergbaue bei Rubland in Unterkärnten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 80—88. — Ders., Zur Kenntnis der Zink- und Bleierzlagerstätten Kärntens; Glückauf, XXX, 1894, 1363—1365, 1382—1384.

ca. 1300 m ü. d. M., bestanden. Das Vorkommen war ein lagerähnliches und gebunden an die Schichtung des Wettersteinkalkes; an den Grenzen der Lagerstätte zeigt der letztere eine „typhonische" Ausbildung (s. S. 1079). Haupterz war Bleiglanz, in der Regel jünger als die Zinkblende, welche die äußeren Partien der Lagerstätte zu bilden pflegt; die Struktur der letzteren ist eine krustenförmige mit Zwischenlagerungen von Kalkspat, Schwerspat und vor allem mit nicht unbeträchtlichen Mengen von Flußspat. Bemerkenswert ist nach Canaval[1]) das Vorkommen von dünnen Bitumenlagen in dem Mineralaggregat; als sekundäres Erz tritt Greenockit auf. Die Mächtigkeit des Vorkommens betrug nur wenige Zentimeter. Weiter nach Osten zu, nahe der steirischen Grenze, liegt der Bergbaudistrikt von Eisenkappel und bei Mieß.

Auch zu **Mieß**[2]) ist die Vorkommensweise ganz analog derjenigen von Bleiberg. „Das Bleierzvorkommen von Mieß gehört der oberen Trias an und zwar einer Stufe, welche den erzführenden Kalken und Dolomiten von Raibl und Bleiberg äquivalent ist. Im Liegenden des „Hauptschiefers" oder des darunterfolgenden oolithischen Kalks brechen in den „erzführenden Kalken" — einen mächtigen Komplex lichter Kalksteine und Dolomite, denen wiederholt schieferige Gesteine von minderer Mächtigkeit, die „Lagerschiefer", eingelagert erscheinen — Bleierze unregelmäßig ein. Das erzführende Gestein ist mehrfach von Kluftsystemen durchsetzt und disloziert; manche dieser Klüfte sind mit Fragmenten des Nebengesteins, mit sekundären schieferigen Gebilden, „Kluftschiefer" und Erztrümmern erfüllt; in der Nähe der Erze sind die Kalke meist dolomitisch. Die Erze finden sich absätzig als Schnürl, Schalen, Knoten und Muggel; den Galenit begleiten: Blende, Galmei, Eisenkies, Wulfenit, Cerussit, Anglesit, Greenockit, Goslarit, Gips, Limonit, Hämatit und Calcit. Die Erzführung ist an einzelne Systeme von Querklüften gebunden und wird insbesondere an den Scharungen solcher mit den Schichtungsflächen des Kalksteins, wohl auch im Schnitte mit Kreuzklüften edel." (Brunlechner.)

Als eigenartige Gebilde hat Brunlechner die sogenannten „Sphärenerze" vom Oswaldistollen im Mießer Grabenrevier beschrieben. Dieses waren gerundete, stumpfeckige oder stumpfkantige, nuß- bis faustgroße Dolomitknollen, welche häufig in Hohlräumen zwischen allerlei tonigen und eisenschüssigen Auslaugungsrückständen angetroffen wurden und nur äußerlich aus Dolomit bestanden, im Innern aber einen merkwürdig konzentrischen Bau zeigten. Im Gegensatz zu Brunlechner, der dieselben ähnlich den hohlen Geröllen aus der Nagelfluh erklärt, betrachten sie Stelzner[3]) und Pošepný als Ringelerze.

Die Produktion der wichtigeren Kärntner Blei- und Zinkerzgruben war im Jahre 1904 folgende:

	Bleierz	Galmei	Zinkblende	Zinkfarben
Bleiberg-Kreuth . .	5317 t	270 t	3500 t	295 t
Raibl, Ärar . . .	646 „	2882 „	3616 „	—
„ Gewerkschaft	2259 „	1336 „	7779 „	—
Mießer Revier . . .	5880 „	Zinkerze 725 „		

Über die Bleiglanzlagerstätten an der „Unterpetzen" bei Schwarzenbach in Unterkärnten, wo neben Bleiglanz vor allem auch Gelbbleierz, untergeordnet auch Weißbleierz gefunden wurden, hat Lipold[4]) kurz berichtet.

---

[1]) Die Blei- und Zinkerz-Lagerstätte des Bergbaues Radnig bei Hermagor in Kärnten; Carinthia II, 1898, Nr. 2.

[2]) Brunlechner, Die Sphärenerze von Mieß in Kärnten; Jahrb. k. k. Reichs-Anst., XXXVIII, 1888, 310—320.

[3]) Referat N. Jahrb., 1890, I, —216—217—. — Pošepný l. c., 96, Lit. auf S. 101.

[4]) Jahrb. k. k. Reichs-Anst., VI, 1855, 169. — Grimm, Lagerstätten, 84—100, 175—177.

Über eine größere Anzahl anderer kärntnerischer Lagerstätten des in Rede stehenden Typus hat Pošepný Angaben gemacht. Sußmann[1]) beschrieb einige Blei- und Zinkerzlagerstätten im Oberdrautal.

Bei **Auronzo,**[2]) östlich vom Monte Cristallo in den italienischen Dolomiten, bauen zwei Gruben, die Argentiera und die am Pian da Barco, auf Galmei und Bleiglanz. Von einiger Bedeutung ist einstweilen nur die erstere. Die Erze bilden hier im untertriasischen Dolomit nahe den liegenden triasischen Schiefern in Butzen und Adern eine linsenförmig gestaltete, 250 m lange, 60 m breite und 90 m hohe Erzzone.

In den **bergamasker Alpen**[3]) finden sich im obertriasischen Dolomit zwischen den Tälern Val di Scalve und Valle del Brembo auf eine Erstreckung von über 30 km Zink- und Bleierzlager. Das Erz ist hauptsächlich Galmei, der höchst wahrscheinlich aus Zinkblende hervorgegangen ist. Die sehr langgestreckten Erzkörper liegen bald parallel zum Streichen der „dolomia metallifera" (so auf den Gruben Cespedosio, San Pietro d'Orzio, Dossena) oder sie folgen dem Einfallen (Monte Arera, Costa Jels und Belloro). Auf der Grube Pulzone ist das Erz Zinkblende, auf den übrigen Galmei; in den Ausstrichen kommt der letztere mit der Terra rossa in taschenförmigen Auswitterungen und skelettartig zerfressenen Massen vor („brucioni"). Die bergamasker Galmeigruben bestehen seit 1872.

Eine viel geringere Bedeutung als in den österreichischen Südalpen haben die in Bayern und in Tirol[4]) gleichfalls an die alpine Trias und ebenso wie in den bedeutenderen Vorkommnissen Kärntens an den Wettersteinkalk gebundenen Blei-Zinkerzlagerstätten. Sie bilden darin mitunter zu recht mächtigen Stöcken anschwellende Einlagerungen und kommen daneben nur untergeordnet auf Klüften (Blättern) vor.

Zu **Bieberwier,** am Fernpaß in Nordtirol, am Westfuße des dem Wettersteingebirge südlich vorgelagerten Miemingergebirges, wird Bergbau an der Silberleithen im Schachtkopf und neuerdings in den Wänden des 2720 m hohen Wampeten Schrofens getrieben. Die Erze treten im Wettersteinkalk im Hangenden einer 100—120 m mächtigen, vier Kalklager einschließenden und unter 45° einfallenden Zone von Schiefertonen der Partnachstufe auf und ge-

[1]) Zur Kenntnis einiger Blei- und Zinkerzvorkommen der alpinen Trias bei Dellach im Oberdrautal; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., LI, 1901, 265—299.

[2]) Catalogo della mostra fatta dal Corpo Reale delle Miniere a Parigi, 1900, 66—67.

[3]) Catalogo della mostra fatta dal Corpo Reale delle Miniere a Parigi, 1900, 64—65.

[4]) Ampferer, Geologische Beschreibung des Seefelder, Mieminger und südlichen Wettersteingebirges; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., LV, 1905, 451—560. — Häusing, Die Grube Silberleithen und die neuen Aufschlußarbeiten im Liegenden der Wasserkluft; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XLVI, 1898, 101—106. — Nachrichten vom gewerkschäftlichen Bley- und Galmey-Bergwerke zu Feigenstein, von dem gewerkschäftlichen Bley- und Silberbergwerke zu Tyrstentritt und vom gewerkschäftlichen Bleybergwerke zu Silberleiten im Oberinnthale in Tyrol; v. Molls Jahrb., II, 1798, 156 bis 188. — v. Beust, Über das Blei- und Zinkerzvorkommen im Oberinnthale; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XIX, 1871, 113—115. — v. Isser, Die Blei- und Zinkwerke der Gewerkschaft Silberleithen zu Biberwier im Oberinnthale (Tirol); ebenda XXIX, 1881, 89—91, 104—110, 129—134. — Ders., Über einige alte Erzbergbaue im Nordtiroler Alpenzuge; ebenda XXXVI, 1888, 187—189, 204—206, 218—221, 231 bis 232, 249—251, 261—263, 273—275, 285—288, 297—299, 312—315, 327—328. — A. R. Schmidt, Einiges vom alten Bleibergbau in Pillersee; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXVIII, 1880, 433—448.

hören zwei Lagerzonen an; mehr im Hangenden bilden zahlreiche, teilweise sehr schwach geneigte Lagen von Bleiglanz, untergeordnetem Galmei und mit wenig Blende bei durchschnittlich 0,2—0,3 m Mächtigkeit eine ungefähr 100 m hohe und gegen 160 m breite Erzzone, die schief gegen die Schichtung des Wettersteinkalks einschiebt; in geringer Entfernung vom Hangenden der Bleierze treten Stöcke, Butzen und Lager von Galmei mit wenig Bleierzen und Zinkblende auf. Diese Zinkerzlagerstätten sind über eine 200 m lange Strecke in der Erzzone verteilt, während die Bleierzführung des Kalkes 500 m gegen das Innere des Berges anhält und dort durch einen Verwurf von 700 m, die sogen. Wasserkluft, abgeschnitten wird; erst in den Kalkwänden des Wampeten Schrofens sind sie wieder angetroffen und neuerdings in Abbau genommen worden. Die Bleierze bilden Ausfüllungen von mit Zerreibungsprodukten und Letten erfüllten Klüften; sie nehmen im Durchschnitt mit den Schichtungsflächen des Wettersteinkalkes an Mächtigkeit zu und folgen nicht selten letzteren auf kurze Entfernung. Der sehr silberarme Bleiglanz wird von etwas Zinkblende und Weißbleierz begleitet. Die Galmeilagerstätten bestehen aus einer Reihe aneinanderhängender, bis 40—50 m tiefer, 20—30 m langer und bis zu 3 m mächtiger Massen und Butzen. Sie sind aus Zinkblende hervorgegangen, die in 0,5—2 m mächtigen Mitteln stellenweise noch ansteht. Zinkblüte in dünnen, eierschalenartig übereinandergelagerten Blättchen oder in traubigen Aggregaten kommt hauptsächlich auf Klüften in der Nähe der Lagerstätte vor, Strontianit in mehrere Zentimeter dicken, derben Lagen fand sich in Drusen der Bleierzlager. Schwefelkies ist nur untergeordnet vorhanden. Wie der ganze Gebirgsstock, so sind auch die Lagerstätten von einer großen Menge kleinerer und größerer Störungen betroffen worden.

Der Bieberwierer Bergbau ist bis ins Jahr 1524 zurück zu verfolgen, er hat nie eine größere Bedeutung besessen. Die Produktion des Jahres 1904 beträgt kaum 120 t kalzinierten Galmei. In der Nähe von Bieberwier, nahe der Ehrwalder Alp, findet ein geringfügiger Galmeibergbau am Nägelseekar statt, ein anderes Vorkommen ist das am Feigenstein, etwas südlich von Bieberwier, zahlreiche weitere erwähnt v. Isser.

Zu erwähnen wären weiterhin die Bergbauversuche im Wettersteinkalk des Höllentals bei Partenkirchen,[1]) wo seit 1620 und bis 1825 ähnliche Erze wie zu Nassereit-Bieberwier bearbeitet wurden, die einiges Interesse wegen des Vorkommens von Gelbbleierz besitzen. Auch an der Arnspitz bei Mittenwald und an mehreren anderen Punkten des Wettersteingebirges sind Bleierze nachgewiesen worden.

Am Rauschenberg[2]) und Staufen, einem bis 1773 m hohen Rücken zwischen Ruhpolding und Reichenhall in Oberbayern wurde mit viel Unterbrechungen spätestens seit 1585 bis 1826 auf Bleiglanz- und Galmeilagerstätten im Wettersteinkalk gebaut.

Am 2300 m hohen Bergstocke des Inieului in den Rodnaer Alpen im nordöstlichen Siebenbürgen, nahe der Grenze gegen die Bukowina, fand früher an sehr zahlreichen Stellen ein mindestens bis in das XIII. Jahrhundert zurückreichender Bleierzbergbau statt, der sich in der heutigen staatlichen Grube im

[1]) Gümbel, Geognostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes, 1861, 245—246. — Ders., Geologische Beschreibung von Bayern, 1894, 141—142. — v. Cotta, Über ein Erzvorkommen im Alpenkalkstein bei Partenkirchen in Südbayern; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XV, 1856, 211. — Ders., ebenda XXII, 1863, 54.

[2]) Gümbel, Geologische Beschreibung von Bayern, 1894, 199. — Reiser, Geschichte des Blei- und Galmei-Bergwerks am Rauschenberg und Staufen in Oberbayern; Beil. z. IV. Jahresber. k. Luitpold-Kreisrealsch. Münch., 1894—1895.



kleinen Isvortale, 12 km nördlich von der Bergstadt **Alt-Radna**[1]) (O-Radna oder Rodna) erhalten hat. Das schwach muldenförmig gelagerte kristalline Gebirge besteht in der Hauptsache aus drei Gesteinshorizonten: einer liegenden Zone mit vorwaltendem Glimmerschiefer samt Hornblende- und Graphitschiefern, sowie Kalksteinen, aus einer mittleren Kalkstein- und einer hangenden Glimmerschieferzone. Etwas propylitische, quarzführende Hornblendeglimmerandesite, wie sie weiter südlich im miocänen Sandsteingebirge in prächtigen Kuppen verbreitet sind, durchbrechen im Grubenrevier die Schiefer und Kalksteine. Die Erzlagerstätten finden sich in verschiedenen Horizonten einer mehrere hundert Meter hohen, durch 11 Stollen erschlossenen Zone in dem Kalkstein und sind an die Nähe der Andesite und an Einlagerungen von Schiefer gebunden. Wo der Andesit Schiefer und Kalke durchbricht, sind diese häufig zu einer Breccie zerrüttet, deren scharfkantige Bruchstücke von Erz verkittet sein können. Die Erzmassen folgen zudem bald im Hangenden, bald im Liegenden der Grenzfläche zwischen den Kalken und Schiefern und treten im Kalksteine selbst dort auf, wo er zerrüttet ist, oder sie finden sich in ihm zu einer oder zu beiden Seiten von Spalten. Im Andesit wie im Schiefer beobachtet man höchstens Imprägnationen, z. B. von Schwefelkies, nie aber Erzlagerstätten. Das Auftreten der Erze in dem Gebirge ist ein regelloses, butzen-, nester- oder stockförmiges. Die Breccien im Andesitkontakt haben eine Mächtigkeit von einem bis mehrere Meter, neben ihnen ist auch der Kalkstein in der Regel auf 40—50 m Entfernung erzführend.

Die Radnaer Lagerstätten sind ausgezeichnet durch die wunderbare Kristallisation der in über kopfgroßen Kristallaggregaten, als kristalliner Grus oder in prächtigen Drusen auftretenden Erze und Gangarten. Pyrit und Markasit bilden Pseudomorphosen nach kurzprismatischen Kalkspatkristallen; bekannt sind die schwarzen Zinkblende- und die wie geflossen aussehenden Bleiglanzkristalle; dazu kommen Arsenkies, Magnetkies, Kupferkies, Fahlerz, Bournonit, Federerz, das früher in den oberen Bauen in schönen Kristallisationen angetroffene Weißbleierz, Gips, Malachit, Chrysokoll, Zinkspat, Quarz, Kalkspat, Dolomit, Ankerit, Manganspat, Eisenblüte und sehr selten Vivianit. Magnetit fehlt auf diesen Lagerstätten ebenso wie Kontaktmineralien. Die Produktion der Radnaer Gruben bestand in den letzten Jahren durchschnittlich aus 400 t Schlichen und 25 t Stufferzen, mit 210 t Blei-, 275 kg Silber- und 2,5 kg Goldgehalt.

Wegen einiger weiterer Zink- und Bleierzlagerstätten in Kalksteinen der Karpathen sei auf die Literatur verwiesen.[2])

---

[1]) v. Richthofen, Bau der Rodnaer Alpen; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1860, 68—71. — Pošepný, Die Erzführungsverhältnisse der Rodnaer Alpen in Siebenbürgen; ebenda 1865, 71—72. — Ders., Die Eruptivgesteine der Umgegend von Rodna; ebenda 163—165. — Ders., Das geologische Alter der Rodnaer Erzlagerstätten; ebenda 183 bis 185. — v. Beust, Bemerkungen über das Erzvorkommen von Rodna in Siebenbürgen; ebenda 1869, 367—370. — v. Hauer und Stache, Geologie Siebenbürgens; II. Ausg., 1885, 342—349. — vom Rath, Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 1879, 273—281. — Francke, Galenit und Dolomit von Oradna; Sitz.Ber. Isis, 1896, 25—27; Ref. N. Jahrb., 1894, II, —24—. — Dittmann, Das Erzvorkommen von O-Radna und dessen Abbau, 1905; Manuskr. im Arch. d. Clausthaler Bergakademie. Material d. Clausthaler Sammlung. — Reisenotizen von Bergeat.

[2]) Maderspach, Das Zinkerzvorkommen im oberen Grantale; Öster. Ztschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., XXVII, 1879, 59—61. — Ders., Die Zink- und Galmeilagerstätten von Pelsöcz-Ardó; Földt. Közlöny, 1877; Ref. Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1879, 268.



Die serbischen Bleierzlagerstätten[1]) sind meistens an mesozoische Kalksteine gebunden. So wird Weißbleierz zu Podrinje stellenweise in Hohlräumen von großen Dimensionen in der Nähe von Serpentinen angetroffen; silberhaltiger Bleiglanz, Pyrit, Magnetkies, Kupferkies und Zinkblende fanden sich in teilweise sehr bedeutenden Massen in kretazeischem Kalkstein längs eines Rhyolithganges bei Bezdan in der Gegend von **Rudnik**,[2]) südlich von Belgrad. An zahlreichen Stellen ist dort schon in früher Zeit Bergbau durch Sachsen getrieben worden. Ebenso reicht der Grubenbetrieb von **Kucajna**,[3]) 35 km südlich vom Donauhafen Golubac mindestens bis in das XIII. Jahrhundert zurück. Die Bleierze treten nahe dem Kontakt zwischen Kreidekalken und Dazit usw. auf; Kontaktmineralien sind nicht nachzuweisen. Blende, Pyrit, Weißbleierz, Galmei, Realgar und Brauneisenerz begleiten den silberhaltigen Bleiglanz in den unregelmäßig geformten Butzen, Nestern, Schläuchen usw. Die Erze sind goldhaltig. Ihre Höchstproduktion hatten die Gruben von Kucajna von 1874—1876; sie betrug während dieser drei Jahre immerhin nur 206 t Blei, 24 kg Gold und 1054 kg Silber. Jetzt sind sie ganz unbedeutend.

Die Kupfererzlagerstätten von Majdanpek sind an den Kontakt mit mächtigen Andesitmassen gebunden, enthalten Magneteisen und sind aus letzterem Grunde unter den Kontaktlagerstätten erwähnt worden.

In den Departements Drôme, Ardêche, Gard und Hérault am Südostrand des hier an Verwerfungen besonders reichen französischen Zentralplateaus finden sich im Zusammenhang mit den letzteren sehr zahlreiche, meistens freilich unbedeutende Lagerstätten von Blei, Zink, Eisen usw. in der Trias wie im Jura. Die Lagerstätte von Merglon im Departement Drôme besteht aus zahlreichen, zumeist in der Teufe sich verlierenden Galmeistöcken in Oxfordmergeln, und -Kalken. Die seit 1889 abgebauten Erzmassen sollen nach Fuchs und de Launay[4]) vier säulenförmige Erzmittel in einem bis zu 10 m mächtigen kalkspätigen Quergang bilden. Sie bestehen aus Galmei (Zinkspat) und nur wenig Blende und Bleiglanz.

Die wichtigste Zinklagerstätte des Zentralplateaus ist jetzt diejenige von **Malines**[5]) im Departement Gard, 11 km von Ganges, der Lagerstättengruppe von Saint-Laurent-le-Minier angehörig. Galmeilager sind dort in verschiedenalterigen Dolomiten verbreitet, so zu Maudesse und Avinières im unteren und untersten Lias, ebenso zu Mas Rigal im Lias. Zu Malines selbst treten sie im Dolomit des Bathonien (Dogger) zwischen Liasmergeln und Oxfordkalk auf und stehen höchst wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Verwerfung von Castelnau, einem bedeutenden zusammengesetzten Gang, welcher Bleiglanz,

[1]) Antoula, Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 48—49.

[2]) Ehrenberg, Das Erzvorkommen von Rudnik in Serbien; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXVI, 1888, 281—296.

[3]) v. Cotta, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, 1864, 86—88. — Andrée, Die Umgebungen von Majdan Kučaina in Serbien; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXX, 1880, 1—26.

[4]) Gîtes minéraux, II, 429—436.

[5]) de Launay, Contribution à l'étude des gîtes métallifères; Ann. d. min. (9), XII, 1897, 119—228, bes. 210—216. Übers. Leob. Jahrb., XLVI, 1898, 93—196, bes. 181—186. — Michel, Sur quelques minéraux provenant des Malines (Gard); Bull. soc. franç. d. min., XIII, 1890, 212—214; Ref. N. Jahrb., 1892, I, —237—.

Zinkblende und Pyrit samt Schwerspat führt und in früheren Zeiten abgebaut worden ist. Derartige Schwerspatgänge und -Klüfte sind in der Gegend weit verbreitet. Zu Malines enthält der Lias und Oxford keine Erze. Von den Lagern war der Amas Henri nach de Launay mit einer Länge von 170 m, einer Breite von 40 m und einer größten Mächtigkeit von 10—36 m das größte, bei einem anderen, dem Amas de Cabrières, sind die entsprechenden Dimensionen bezw. 100, 50 und 13 m. Der von vielen Höhlen und anderen unterirdischen Auswaschungen durchzogene Dolomit ist dort rauchwackenartig zerfressen oder sandig locker, wo keine Erze auftreten, neben dem Galmei aber kompakter. Manche der Massen bestehen teils aus Blende, teils aus Galmei; so führte der fast horizontal gelagerte Amas de Cabrières an der Sohle weißen Galmei, darüber, durch eine Lettenlage von ihm getrennt, Blende, hierauf wieder Galmei und endlich roten, blei- und zinkhaltigen Ton, der bis zu 0,015 % Silber enthielt. Bleiglanz, Weißbleierz und Schwefelkies sind nur untergeordnet vorhanden. Auch hier findet sich der Galmei in zelligen Massen, welche noch Reste des Nebengesteins umschließen; dabei ist die Umwandlung des Dolomits in den sekundär aus der Blende entstandenen Galmei im allgemeinen der Bildung der leeren Höhlen vorausgegangen. Die Grube von Malines hat im Jahre 1903 8300 t bleihaltigen Galmei, 20300 t bleihaltige Blendeerze und 2600 t silberhaltigen Bleiglanz gefördert.

Eine größere Anzahl von Zink- und Bleilagerstätten ist in **Algier**[1]) bekannt und teilweise in Abbau genommen worden. Etwa 60 km südlich von Orléansville und 200 km WSW. von Algier liegen die Galmeigruben am Massiv des Ouarsensis, einem der bedeutendsten, gegen 2000 m hohen Hauptgipfel des algerischen Atlas. Das Erzvorkommen scheint in enger Beziehung zu Schwerspat- und Kalkspatgängen zu stehen und findet sich in Nestern, Trümern und sehr unregelmäßigen „poches" in grauem, oft dolomitischem Liaskalk. Es wird von viel Gips, Ton, Eisenerzen und nur wenig Bleiglanz und Blende begleitet. Die größten Gruben des sehr ausgedehnten Reviers sind die von Friouamann am Nordabhange des Djebel Abdelkader und am Grand Pic; sie bauen je eine Anzahl nach unten zu sich ausspitzender, teilweise bis zu 250 m Teufe verfolgter Lagerstätten ab. Die wohl schon von den Römern betriebenen Minen liefern jetzt jährlich fast 100000 t Galmei.

Das Galmeilager von Hammam N'Bails bei Nador südlich von Bône wird seit 1872 bearbeitet. Es folgt dem Streichen einer muldenförmig zwischen Tone gelagerten Kalksteinmasse von wahrscheinlich tertiärem Alter und ist von denselben Gebirgsstörungen wie diese betroffen worden. Es wird bis zu

[1]) Braun, Über einige Erzlagerstätten der Provinz Constantine; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXIV, 1872, 30—44. — Flajolot, Über einige Mineralien, welche auf den Galmeilagerstätten des Nador (Provinz Constantine) mit einbrechen; ebenda 45—50. — Ders., Note sur quelques minéraux qui accompagnent la smithsonite dans les gisements du Nador; Ann. d. mines (6), XX, 1871, 24—31. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 438—439. — Lacroix, Sur la willémite d'Algérie et du Congo; Bull. soc. franç. d. min., XXIII, 1900, 255—257. — Freundliche Mitteilungen der Direktion der Vieille Montagne an Bergeat.

10 m mächtig und ist nur im Hangenden durch eine beträchtliche Einlagerung von rotem Ton von dem Nebengestein getrennt. Bemerkenswert ist das reichliche Vorkommen von braunem Nadorit, $PbClSbO_2$, dessen Verwitterung in dem eisenschüssigen Galmei zur Bildung von gelbem Eisenantimoniat führt. Im südlichen Teile der Lagerstätte brechen bis zu 40° warme, an Kalkbikarbonat reiche Quellen hervor, die seit der Zeit des römischen Bergbaues 4—5 m mächtige Kalktuffbänke abgesetzt haben; ihr Wasser ist ebenso zinkfrei wie ihre Kalksinter. 2 km von den Gruben entfernt treten kochsalzhaltige Quellen auf. Hammam liefert jährlich 25000 t kalziniertes Erz. Die an Kreidekalke gebundenen Galmeilager von Temlouka, südöstlich von Constantine, bestehen aus reinem Smithsonit, Kieselzinkerz und Zinkblüte. Es sei erwähnt, daß in derselben Gegend die bekannten in Neocomschichten auftretenden Senarmontit- und Valentinitlagerstätten des Djebel Hammimat (Sidi-Rgheiß) abgebaut worden sind. Südwestlich von Setif ist neuerdings ein in Kalken und Mergeln des Jura aufsetzendes Galmeivorkommen bei Bu-Thaleb entdeckt worden; das Erz soll hauptsächlich der seltene Willemit sein, der von Bleiglanz und Zinnober begleitet wird. Die Zinkerzlager von Sakamody und Umgebung, südöstlich von Algier, führen hauptsächlich Zinkblende und Bleiglanz, die mit Kalkspat und stellenweise mit Schwerspat und Siderit kretazeische Schiefer durchtrümern; Galmei tritt auf Sakamody nur bis zu 25 oder 30 m, auf der benachbarten Grube von Rarbou bis zu 90 m Teufe auf. Kalksteine fehlen; die Lagerstätten scheinen nicht metasomatisch zu sein. Die Lagerstätten von Djebba, SW. von Tunis, haben ein besonderes Intesse, weil hier der Galmei im unteren phosphoritführenden Eocän auftritt und manchmal sogar Haifischzähne enthält. Er wird von Bleiglanz, Weißbleierz und etwas Blende begleitet. Ähnlich ist ein im Jahre 1905 erschlossenes Vorkommen bei Hamala, NW. von Constantine. Die Lagerstätte am Djebel Reças, 3 deutsche Meilen südöstlich von Tunis,[1]) welche Stache in ihren allgemeinen Zügen mit derjenigen von Raibl vergleicht, ist schon zur Römerzeit in großen Weitungsbauen ausgeraubt worden. Auf einzelnen in Triaskalken und -Dolomiten aufsetzenden Galmeilagern von Tunis ist nach Termier[2]) neben dem Baryt der Cölestin ziemlich häufig.

Das bergige Minengebiet von **Cartagena**[3]) in Südostspanien, östlich von den S. 803 besprochenen Distrikten des Cabo de Gata und von Mazarron[4])

[1]) Stache, Die Erzlagerstätte des Djebel Reças bei Tunis; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1876, 56—60. — Haupt, Technische Zustände des Carthaginenser Bleibergbaues von Djebel Irsas in Tunis, abgeleitet aus bergbau-archäologischen Beobachtungen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLII, 1883, 290—292, 305—307.

[2]) Sur la célèstine du Djebel Kebbouch et du Djebel Bezina; Bull. Soc. franç. d. minéral., Novembre 1902.

[3]) Botella, Descripcion geologica minera de las provincias de Murcia y Albacete, 1868, zitiert von Caron. — Pernollet, Sur les mines et les fonderies du midi de l'Espagne; Ann. d. min. (4), IX, 1846, 35—104. — Herter, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., VI, 1854, 16—19. — Caron, Bericht über eine Instruktionsreise nach Spanien im Jahre 1878; Zeitschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXVIII, 1880, 105—147, bes. 130—134.

[4]) Insbesondere über die geologische Beschaffenheit der Gegend von Mazarron siehe Pilz, Die Bleiglanzlagerstätten von Mazarron in Spanien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1905,

gelegen, besteht hauptsächlich aus Kalksteinen unbekannten Alters und aus Schiefern, die teils als milde Tonschiefer, teils als Glimmerschiefer bezeichnet werden. Der Kalkstein bildet die höhergelegenen Teile der Landschaft, die zwischengelagerten und im Liegenden auftretenden Schiefer sind in den Tälern aufgeschlossen. In den Schiefern setzen Gänge auf, wie ein im Barranco del Francés abgebauter, 0,7—1 m mächtiger Brecciengang, dessen Füllung hauptsächlich aus Bleiglanz, Blende, Pyrit, Kupferkies, Quarz und Eisenspat besteht. Um die Mitte des XIX. Jahrhunderts wurden große Mengen Erz aus den sogen. „crestones" gefördert; es waren dies enorme, meist zu Tage ausstreichende Erzanreicherungen im Kalkstein, welche bald aus schlackigem Brauneisenstein, Bleiglanz und besonders Weißbleierz, begleitet von Quarz, bald aus tonigen Massen bestanden, in welchen die Bleierze fein verteilt waren. Daß diese mit Gangspalten zusammenhingen, ergibt sich aus ihrer mitunter sehr engen Aneinanderreihung zu quer zum Schichtenstreichen, d. h. NS. verlaufenden Zügen. Diese östlich der Stadt auftretenden Erzmassen sind jetzt hinsichtlich ihres Bleigehaltes vollständig abgebaut, nachdem von 1847—1861 u. a. eine einzige Grube aus einem 70000 qm großen Felde etwa eine halbe Million Tonnen Erz gewonnen hatte. Als bolsadas bezeichnete man kleine Erznester, die man bei Cartagena selbst ausbeutete. In den letzten Jahrzehnten waren außer den genannten Erzgängen nur noch die capas von bergmännischer Bedeutung. Nach Caron versteht man darunter 1—20 m mächtige Lagerstätten, die sich meist an der Grenze zwischen dem liegenden Schiefer und dem hangenden Kalkstein angesiedelt haben und in ihrem jetzigen Zustande teils aus zink- und manganhaltigem Brauneisenerz, teils aus vorwiegendem Galmei bestehen. Die Brauneisenerze besitzen eine dunkelbraune bis schwarze Farbe und enthalten bis zu 27 % Mn und 2 % Zn. Die Galmeilagerstätten sind besonders im Hangenden von Eisen- und Manganerzen begleitet, welche in größeren oder kleineren Massen in tonige Zersetzungsrückstände des Kalksteins (Caron spricht von „Kalkdetritus") eingebettet liegen. Sie sind teilweise sehr bleihaltig oder es tritt an ihre Stelle überhaupt Weißbleierz mit Bleiglanz- und Blendeeinschlüssen. Als eine der wichtigsten Galmeigruben Cartagenas erwähnt Caron die Grube Julio César. Ein 80 m unter Tage abgebautes Lager war dort 12 m mächtig, zeigte ein wechselndes, im allgemeinen flaches Einfallen und sehr unregelmäßige Gestalt. „Die Grube ist in ihrer ganzen Ausdehnung ein Gewirr von Höhlen verschiedener Größe, die durch kurze unregelmäßige Strecken verbunden sind. Wo man gerade am meisten Erz findet, wird es gewonnen; natürlich werden dabei vielfach auch sehr reiche Nester übersehen."

Wie zahlreiche Schlackenhalden und bergbauliche Spuren beweisen, sind die Lagerstätten von Cartagena schon von den Carthagern und Römern sehr ausgiebig abgebaut worden. Eine große Blüte erlebte dieser Minendistrikt wiederum in den Jahren 1841—1862; die Gesamterzförderung in diesem Zeit-

---

385—409, Lit. Danach hat die Produktion von etwa 15 Gruben daselbst im Jahre 1904 nur 30000 t Blei- und 1694 t Zinkerz betragen. Außerdem wurden bei Mazarron noch 5000 t Eisenerz gefördert.

raum betrug gegen 4 Mill. Tonnen Erz, woraus ungefähr 300000 t Blei erzeugt worden sind. Die Ausnutzung der Eisen- und Galmeierze begann in einer späteren Zeit.

An der kantabrischen Küste in Spanien finden sich Galmeilagerstätten zwischen Guipúzcoa und den Picos de Europa. Die meisten liegen in der Gegend von **Santander.**[1]) Sie gehören teils dem niedrigen Küstenlande an, wie die Lagerstätten bei Roiz, Celis, Ruiloba, Comillas, Udias, Mercadal und Reocin, die in mesozoischen Kalken und Dolomiten aufsetzen, oder sie liegen im Hochgebirge, wie die von Andara und an der Ostseite der über 2600 m hohen Picos de Europa, die an Kohlenkalk gebunden sind. Zu Reocin, nahe Torrelavega, einem der wichtigsten Vorkommen, finden sich Lager, Stöcke und Gänge von Galmei bedeckt und vermengt mit eisenschüssigem Ton- und Brauneisenstein in kretazeischem Kalkstein und Dolomit; das Eisenerz wird dort gewonnen. Zu Mercadal setzen ganz ähnliche Lagerstätten in Dolomit auf. Schon in den ersten beiden Betriebsjahren um 1858 sollen hier 70000 t Galmei gefördert worden sein. Zu La Venta bei Comillas ergab nach Bauzá in wenig Jahren ein einziger Erzstock 30000 t Erz; die dortige Hauptgrube Bartolomé baute auf einer 400 m langen, 4—25 m breiten Erzzone im Kreidekalk bezw. -Dolomit. Im allgemeinen scheinen die Lagerstätten längs des Kontaktes zwischen Kreidekalk und liegendem Sandstein aufzutreten. Sie sind bald gang- oder lagerförmig oder sie zeigen sich in verästelten Nestern gewissermaßen honigscheibenartige Lagerstätten bildend, deren Zellenwände von Galmei sind, während die Ausfüllung aus Dolomit besteht. (Bauzá.) Zu Las Nieves bei La Nestosa in Guipúzcoa trat hauptsächlich Kieselzinkerz auf, dazu bis zu 5—6 m Teufe nierenförmiger, schaliger oder oolithischer schneeweißer Zinkspat. Die bis erbsengroßen Körner oder Kügelchen liegen in einer Grundmasse desselben Minerals. Diese oolithische Ausbildung des Zinkkarbonats, die manchmal an den Karlsbader Sprudelstein erinnert, ist ziemlich verbreitet; die konzentrisch-schaligen Konkretionen enthalten nach Schönichen hie und da Körnchen von Kieselzinkerz und erreichen zu Comillas die Größe eines Taubeneies. Bleiglanz, Weißbleierz und Zinkblende sind überall vorhanden. Die bei Bilbao in denselben Schichten wie die Eisenerze auftretenden Galmeilagerstätten hatten nie eine größere Bedeutung.

---

[1]) Rivière, Die Zinkerzlagerstätten in der spanischen Provinz Santander; L'Institut, XXVI, 1858, 376; Ref. N. Jahrb., 1859, 318—319. — Bauzá, Notizen über die Gruben des Distriktes von Santander; Berg- und Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 331—335, 349—351, nach Revist. min., XI. — Schönichen, Galmeivorkommen auf der cantabrischen Küste von Spanien; ebenda XXII, 1863, 163—166. — Sullivan and Oreilly, Notes on the geology and mineralogy of the spanish provinces Santander and Madrid, London and Edinburgh 1863; Ref. N. Jahrb., 1864, 718. — Köhler, Die Steinkohlenformation in Nord-Spanien; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, bes. 217—219, 247, 362. — Galmei von der Küste Calabriens; Österr. Ztschr. f. Berg.- und Hüttenw., XIX, 1871, 134—135, nach Berggeist. — Prus, Zinc mining in Spain; Eng. Min. Journ., XXXVIII, 1884, 343—344, 359. — Yarza, Descripcion física y geológica de la provincia de Vizcaya; Mem. Com. d. Mapa geol. d'España, 1892, 168—169.

Die reichsten Galmeilagerstätten liegen 1800 m hoch an den Picos de Europa westlich von Santander und sind an Kohlenkalk gebunden; Andara und Aliva sind die wichtigsten Gruben daselbst. Die Lagerstätten folgen einer 2 km breiten Zone von Spalten, unterscheiden sich aber von echten Gängen durch ihre unregelmäßige Mächtigkeit; zu Andara sind bis zu 12 m mächtige Stöcke und glockenförmige Massen zu sogen. rosarios, d. h. rosenkranzartigen Reihen, über solchen Spalten angeordnet. Im ganzen ist der Galmei hier nicht so mächtig wie an der Küste, aber desto edler. Das Salband der Erzlagerstätten bilden mitunter eisenschüssig-lettige Massen, sie selbst bestehen außer aus Galmei auch aus Bleikarbonat, Schwefel und Blende; durch Zinnober sind sie mitunter rot gefärbt, und auf der Grube San Carlos bildete dieses Mineral sogar 2 cm breite Schnüre in dem Erz. Die Zinkblende findet sich namentlich auf der Grube Inagotable in sehr schönen gelben bis roten, vollkommen durchsichtigen großen Kristallen. Wo die Galmeilagerstätten in den Kalken aufsetzen, ist dieser dolomitisiert. Es bestehen Anzeichen dafür, daß der Galmei aus der Zinkblende hervorgegangen ist. Der Umwandlungs- und Umlagerungsprozeß dauert fort, wie nach Köhler daraus ersehen werden kann, daß die Stiele alter Werkzeuge in den Gruben von Galmei überzogen sind. Mitunter ist der letztere auch etwas kupferhaltig.

Die Galmeilagerstätten Nordspaniens waren eine zeitlang die wichtigsten der Erde. Im Jahre 1898 war die Zinkerzförderung in Guipúzcoa 2340 t, in Navarra 150 t, in Vizcaya 893 t und in der Provinz Santander 34416 t.

Die ältesten Schichten des etwa 30 km langen und in ostwestlicher Richtung 20 km breiten Grubendistrikts von **Iglesias**[1]) auf Sardinien führen z. T. kambrische Trilobiten (Conocephalus und Oleniden), Archaeocyathus usw. und bestehen nach Zoppi aus Sandsteinen und untergeordneten Kalkbänken; ihre Mächtigkeit beträgt mindestens mehrere hundert Meter. Zoppi bezeichnet als Kambrium drei nördlich, nordwestlich und südlich von der Stadt gelegene, bis zu einige hundert Meter aufsteigende Massen, deren größte bei Iglesias selbst gelegene 11 km lang und 9 km breit ist. Sie werden rings umgeben von je einige Kilometer breiten Zonen des meistens sehr steil einfallenden calcare metallifero und durch diese von glimmerig-kalkigen und graphitischen Schiefern, Sandsteinen, Quarziten, den Orthoceraskalken, Grauwacken, Phylliten und Kalkschiefern geschieden, von denen die erstgenannten untersten Glieder samt dem Orthoceras-

[1]) Außer der S. 796 zitierten Literatur über das Iglesiente siehe: Capacci, Studio sulle miniere di Monteponi, Montevecchio e Malfidano in Sardegna; Boll. Soc. geol. ital., XV, 1896; zitiert von Lotti. — Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 62—63, 99—100. — Ferraris, Memoria geognostica sulla formazione metallifera della miniera di Monteponi e adiacenti, 1882. — Ders., Genesi dei giacimenti metalliferi di Monteponi; Rendic. Ass. Min. Sard., 3, 1898; zitiert von Lotti. — vom Rath, Sitz.-Ber. niederrh. Ges., 1883, 152—157. — Dannenberg, Reisenotizen aus Sardinien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 252—256. — Quecksilber in Monteponi; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLVI, 1898, 606, nach Coda. — Henrotin, Sur les terrains sédimentaires anciens du district d'Iglesias (Sardaigne); Rev. génér. d. mines (4), II, 1903, 209—215.

kalk durch Versteinerungen als Silur sicher bestimmt sind.[1]) Die Zone des calcare metallifero besteht aus blauen, undeutlich gebankten, harten und aus gelblichen, magnesiahaltigen, mürberen Kalksteinen. Die letzteren sind das eigentliche Nebengestein der metasomatischen Erzlagerstätten; sie bezeichnen keineswegs einen bestimmten Horizont, sondern scheinen sekundär durch den Vorgang des Erzabsatzes aus dem normalen Kalksteine gebildet worden zu sein. Manchmal sind es eigentliche Dolomite. Das Alter des fossilfreien calcare metallifero steht nicht fest. Mitunter ruht er auf den silurischen Schiefern usw., wird aber wohl auch samt diesen von dem Kambrium überlagert, was Zoppi durch eine Überschiebung des letzteren erklärt. Wie die Grubenaufschlüsse zeigen, setzt er steil in die Tiefe und ist fast immer durch mehr oder weniger senkrechte Kontaktflächen von den silurischen Schiefern getrennt und diskordant dazu. Zoppi hält ihn für jünger als die letzteren und hat ihn als eine Atollbildung um ältere kambrische Inseln zu erklären versucht, im übrigen geltend gemacht, daß die Starrheit dieses Kalksteines bei Faltungen und Gebirgsbewegungen zu Störungen des früheren Lagerungsverhältnisses führen mußte. Die Mächtigkeit des calcare metallifero beträgt mehrere hundert Meter. Das Schichtenstreichen ist im großen ganzen N.—S. gerichtet, im einzelnen aber ein sehr wechselndes. Triasische Ablagerungen spielen nur bei Nebida eine geringe Rolle; für die Erzlagerstätten sind sie so bedeutungslos, wie das gegen Osten und Westen zu auftretende Eocän. Westlich von Iglesias finden sich bei Gonnesa am Meere in einer kleinen Eocänmulde 5—6 abbauwürdige Lignitflöze, die dem Betrieb der Monteponi-Grube und -Hütte zugute kommen.

Die metasomatischen Lagerstätten (ammassi) des Iglesiente sind fast ganz ausschließlich an den calcare metallifero gebunden. Man unterscheidet die Bleiglanz- und Galmeilagerstätten. Die Bleiglanzlagerstätten treten teilweise in Form von Erzschläuchen auf, welche einen linsenförmigen Querschnitt bei sehr großer Teufenerstreckung besitzen und zumeist in der Nähe des Kontaktes mit den silurischen Schiefern zwischen den Schichten des Kalksteins liegen, während längs der Grenze zwischen dem Kambrium und Kalkstein keine Lagerstätten bekannt sind. Gegen dreißig Gruben in der näheren und weiteren Umgebung von Iglesias bauen auf solchen „Säulen". Die Teufenerstreckung dieser Erzmassen fällt nicht mit der Richtung des Einfallens der Kalkschichten zusammen, sondern weist gegen denKontakt zwischen diesen und dem dazu diskordanten Schiefer. Im Streichen und Fallen ausgedehnte Lager folgen häufig in einer schmalen Kalkzone unmittelbar dem Kontakte zwischen Schiefer und Kalkstein; bald sind es gang- oder flözförmige, regelmäßige Massen, bald absätzige, durch Trümer miteinander verbundene Linsen in demselben Horizont des Kalksteins. Die Verhältnisse der berühmten Grube Monteponi werden von Ferraris folgendermaßen

[1]) Nach Henrotin wären die silurischen Schiefer als unterste, die Kalke und die nach ihm jüngeren, von Zoppi für Kambrium gehaltenen Sandsteine als die oberen Stufen des Paläozoikums von Iglesias zu bezeichnen. Zwischen letzteren beiden bestehen Übergänge, die Kalke und Schiefer seien dagegen durch ein Konglomerat getrennt. Im nachstehenden soll an der auf der Karte Zoppis durchgeführten Horizontierung festgehalten werden.



geschildert: Die Erzsäulen sind in einer gewissen Anzahl von Schichtflächen des Kalksteins so angeordnet, daß eine jede dieser Flächen zwei bis fünf bauwürdiger Säulen zu bergen pflegt. Die Säulen ein und derselben Schicht sind einander parallel, sie vereinigen sich in Punkten großen Erzreichtums auch wohl, wenn auch selten, miteinander. Die Ausdehnung der Säulen in der Richtung des Streichens der Schichten schwankt zwischen 1 und 40 m, im Mittel beträgt sie 6—8 m. Quer gegen die Schichtflächen kann die Mächtigkeit auf 10 m steigen, während sie gewöhnlich $1^1/_2$ m beträgt. Die vertikale Ausdehnung der Erzsäulen ist am bedeutendsten, aber meist noch unbekannt. Ihre Neigung ist in den verschiedenen Schichten eine etwas verschiedene, wenngleich alle nach SO. einfallen. Jede bewahrt mit größter Regelmäßigkeit ihre Richtung in jeder Teufe, so daß es möglich ist, mit Genauigkeit den Durchschnittspunkt irgend einer Säule mit einem beliebigen Abbauhorizont anzugeben. Die Neigung der Säulen scheint im Zusammenhang zu stehen mit der Richtung der nächsten Kontaktfläche zwischen Kalk und Schiefer, denn sie laufen genau dem unebenen Verlauf derselben parallel.

Man baut zu Monteponi gegenwärtig gegen 60 solcher Säulen ab, die sich in einer etwa 100 m breiten und gegen 300 m langen Kalksteinzone finden. Der unter 65° O. einfallende Kalkstein ist nur dort reichlich erzführend, wo er dolomitisiert und mürbe ist. Das Erz bildet innerhalb der Säulen Knollen von schwankenden Dimensionen in einer Umhüllung von Kalk und wird begleitet von Ton; untergeordnet ist Quarz, verbreitet Schwerspat. Der Bleiglanz ist mittelkörnig, blätterig oder grobkristallin, sein Silbergehalt schwankt zu Monteponi zwischen 100 und 275 g (0,01 und 0,0275 %) in der Tonne Erz von 80 bezw. 60 % Blei, d. h. der Silbergehalt ist geringer im derben großblätterigen Bleiglanz, höher, wenn letzteres Erz feiner in die Lagermasse eingesprengt ist. Die höchsten Silbergehalte gibt Zoppi für die Gruben Masua und Nebida an (0,05 bezw. 0,033 %). Von sekundären Bleierzen sind zu nennen: Weißbleierz, Anglesit, dieser mitunter von gediegenem Schwefel begleitet, und Phosgenit. Zinnober kommt manchmal als Überzug auf zerfressenem Bleiglanz vor. Untergeordnet sind Pyrit, Kupferkies, Smithsonit und Calamin. Im Ausstrich sind die Lagerstätten von Brauneisenerz und Eisenocker bedeckt. Die zirkulierenden Tagewässer haben noch tief in den Kalksteinen und Lagerstätten Auflösungen und Umwandlungen bewirkt.

Außer den großartigen Bleiglanzlagerstätten besitzen im Iglesiente solche von Galmei eine hohe Wichtigkeit. Sie treten fast ausschließlich im calcare metallifero auf, worin sie säulenförmige oder unregelmäßig linsenförmige, der Schichtung des Nebengesteins immer annähernd parallel gelagerte oder lagerartige Massen bilden, die selbst wieder eine lagenförmige Struktur und einen Wechsel zwischen Ton, Kalk und Erz zeigen können. So kennzeichnet Sella das Wesen des Galmeilagers von Malfidano folgendermaßen: Das Lager von Malfidano besteht aus einer Art von Galmeischichten mit Bleimineralien, welche geringmächtigen Kalksteinbänken zwischengelagert sind und eine etwa 60 m breite und, soweit bis jetzt bekannt, 800 m lange Erzzone bilden. Diese Bleierzgalmeischichten, die als Komplex einen so regelmäßigen Verlauf zeigen, sind unter sich durch eine Unzahl von Trümern verbunden, welche die zwischen-

gelagerten Kalkbänke durchschneiden, und verschiedentlich Ausbauchungen, Stöcke und ziemlich regelmäßige Säulen bilden. Das Erz von Malfidano enthält gleichfalls ein wenig Zinnober. Zu Monteponi werden in großen Tagebauen etwas nördlich von den Bleiglanzlagerstätten in einer 100 m langen Zone mehrere Galmeistöcke bearbeitet, die in zerreiblichem Dolomit aufsetzen und deren größter gegen 40 m mächtig ist. Das Erz besteht fast nur aus Smithsonit in dichter, zelliger, nieren- oder traubenförmiger oder stalaktitischer Ausbildung, teilweise in Pseudomorphosen nach Kalkspat. Kieselzinkerz, Limonit und Bleiglanz kommen nebensächlich vor. Eine Verdrängung des Kalksteins durch den Galmei ist zweifellos. Die Lagerstätten von Malfidano werden in der Teufe reicher an Zinkblende und Bleiglanz. Andere Galmeivorkommnisse des Iglesiente sind die von San Benedetto, 15 km nördlich von Iglesias, der „Vieille Montagne" gehörig, und zu Nebida, wo in einer schmalen Zone von calcare metallifero zwischen dem Kambrium und den silurischen Schiefern außer drei Bleizinkerzgängen auch 5 teilweise sehr reiche Galmeisäulen mit durchschnittlich 40% Zink abgebaut werden. Das Karbonat wird von Bleiglanz und Weißbleierz begleitet; daneben ist der Kalkstein noch von zollstarken Schnüren einer fast farblosen Blende durchbändert. Ähnliche blendige Kalke, welche nach der Tiefe zu mehr und mehr den Galmei ersetzen, finden sich auch zu Malfidano. In der Nähe dieser unweit vom Meere gelegenen Grube liegt Caitas mit einer 150—200 m breiten und 600 m langen Lagerstättenzone, die aus 4 bis zu 20 m mächtigen und einer großen Menge kleinerer Säulen von sehr reinem Galmei besteht, ferner Planu Sartu u. a. Duenkel erwähnt von Malfidano außer den genannten Erzen Anglesit, Weißbleierz, Mimetesit und Schwefel; stellenweise enthielt der Galmei bis zu 2% Kadmium. Von Genarutta bei Iglesias haben Wittich und Neumann[1]) ein schwarzes reguläres Kadmiumoxyd als Überzug über Galmei beschrieben.

In der hauptsächlich aus dem steil einfallenden calcare metallifero, in ihren unteren Partien auch aus Schiefern und Sandsteinen gebildeten Bergmasse von S. Giovanni bei Monteponi werden vier flache, reihenförmig nebeneinanderliegende, silberarme Bleierzsäulen in der Nähe des Kontaktes mit dem Kalkschiefer und außerdem eine stockwerkartige Zerrüttungszone abgebaut. Letztere ist bis zu 30 m, im Durchschnitt 6 m mächtig und führt außer Bleierz mit ziemlich hohem Silbergehalt (35% Pb und 0,3% Ag im Erz), Zinkblende und Fahlerz mit viel Quarz und Kalkspat, sowie Schwerspat als Gangarten.

Die Grube Monteponi ist eine der ältesten Sardiniens; seit 1850 wird sie durch eine genuesische Gesellschaft abgebaut und hat seitdem bis 1900 317258 t Bleierz mit durchschnittlich 70% Blei und 353187 t Zinkerze mit 46% Zink geliefert. Sie beschäftigt rund 1200 Beamte und Arbeiter und produzierte im Jahre 1899 über 5200 t Bleierz und 12085 t kalzinierten Galmei. Die Hütte ergab, z. T. aus fremden Erzen, 2267 t Blei und gegen 2800 kg Silber. Die durchschnittliche Jahresproduktion von Malfidano belief sich um dieselbe Zeit auf 55000 t kalzinierten, 45—50%igen Galmei, auf 6000 t geröstete Blende-

[1]) Ein neues Kadmium-Mineral; Zentralbl. f. Min. etc., 1901, 549—551.



erze und 500 t Bleierz. In den letzten Jahren hat sich das Verhältnis zwischen dem Karbonat und den Sulfiden zuungunsten des ersteren geändert.

Bedeutungslos sind die Galmei-, Blende- und Bleiglanzlagerstätten im Massetano (Toscana); sie sind hauptsächlich an den Rhätkalk gebunden oder treten im Kontakt zwischen diesem und dem Eocän auf, wie an den Bruscoline, wo die z. T. schön kristallisierten Erze von Quarz und viel Gips begleitet werden (S. 818).

Die Bleierzlagerstätten von Northumberland, Cumberland, Durham, Westmoreland, Yorkshire und Derbyshire in **Nordengland**[1]) sind in weitester Verbreitung an den Kohlenkalk (Mountain limestone) gebunden. Dieser hebt sich als flache Antiklinale aus dem Untergrunde der an der Ost- und Westküste vertretenen produktiven Steinkohlenformation im Norden Englands hervor und bildet das penninische Hochland, welches mit einer Breite von 30—50 km die mittleren Gebiete Nordenglands einnimmt und bis zu 600 m ansteigt.

Unter dem Mountain limestone als geologische Formation versteht man eine bis zu 850 m mächtige Folge von Kalkstein-, Sandstein- und Tonschieferschichten, in welche in den nördlicheren Gebieten ein mächtiges Lager von Diabas, der Whin Sill, eingeschaltet ist. Auf der Grube Alston Moor beträgt die gesamte Mächtigkeit der Ablagerungen nur 316 m, d. h. 56 m Kalkstein, 106 m Sandstein und 154 m Tonschiefer. Der Whin Sill ist hier 36 m mächtig; er bildet die Basis des erzführenden Schichtenkomplexes. Die nicht in Derbyshire gelegenen Bleierzgruben befinden sich in drei Distrikten, nämlich im oberen Bereiche der an der Ostküste mündenden Flüsse Tyne (Alston Moor in Cumberland, East und West Allendale in Northumberland u. a.), Wear (Weardale, ein ebenfalls weit ausgedehnter, mehrere Täler umfassender Distrikt in Durham) und Tees (Teesdale u. a. in Yorkshire und Westmoreland).

Man unterscheidet in Nordengland nach ihrer Richtung dreierlei Arten von Gängen: die rake veins oder right-running veins streichen zwischen N. 60° O. und N. 120° O. und sind in harten Gesteinen, besonders aber im Kalkstein erzführend; die cross-veins streichen ungefähr NS., verwerfen gewöhnlich die vorigen und führen im sogen. Great limestone, einer mächtigen Kalkbank in Mountain limestone, häufig viel Bleierz, in den liegenden Schichten oft Kupfer- und Bleierze und sind gewöhnlich über dem Great limestone taub. Eine dritte N. 55° W. oder N. 55° O. streichende Gruppe führt unter dem Great limestone Pyrit, Kupferkies, Kalkspat, seltener Bleierze und ist bedeutungslos. Alle diese Gänge

[1]) v. Cotta, Erzlagersätten, II, 1861, 494—502. — Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 269—283, zitieren folgende Quellen: Sopwith, On the lead mining districts of the North of England; Transact. North of Engl. Inst. Min. Eng., XIII, 1864, 188. — Ders., The mining district of Alston Moor, Weardale and Teesdale; Alnwick, 1833. — Wallace, The laws which regulate the deposition of lead ore in veins, London 1861. — de Rance, On the occurrence of lead, zinc and iron ores in some rocks of carboniferous age in the North-West of England; Geol. Mag., X, 1873. — Eddy, On the lead mining districts of Yorkshire; Brit. Ass. Rep., 1858, 167—174. — Lecornu, Le calcaire carbonifère et les filons de plomb du Derbyshire; Ann. d. min. (7), XV, 1879, 5—53.

bewirken Verwerfungen, die im Alston Moor-Distrikt bis zu 90 m betragen können. Einer der bemerkenswertesten Pyritgänge ist die etwa 15 km lange OW. streichende Great Sulphur Vein im Quellgebiete des Tyne. Wo die Gänge bleierzführend das Kalkgebirge durchsetzen, finden sich seitlich von ihnen und mit ihnen verbunden besonders im Great limestone und in einer etwas tiefer liegenden Kalkmasse, dem Scar limestone, „flats", d. s. flach zwischen den Kalkschichten liegende Erzkörper von sehr wechselnden Dimensionen und oft großem Erzreichtum. In deren Nähe trifft man wohl auch auf Hohlräume, die mit Letten erfüllt oder deren Wände mit Bleiglanz-, Zinkblende- und Kalkspatkristallen überkleidet sind. Die Bleierzlagerstätten im englischen Kohlenkalk führen außer Bleiglanz, Blende, Eisenkies, Quarz und Kalkspat besonders auch Schwerspat und vor allem die prachtvollen Flußspatkristalle, derenthalben die Gruben von Allendale in Northumberland, Alston Moor in Cumberland und Weardale in Durham eine Berühmtheit erlangt haben.

Die Bleierzförderung betrug im Jahre 1894 nach Louis noch in:

Northumberland . . .	ca. 1060 t	mit	755 t	Blei und	73 kg	Silber,
Durham	„ 9360 „	„	6540 „	„ „	1853 „	„
Cumberland	„ 1780 „	„	1310 „	„ „	380 „	„
Westmoreland	„ 1485 „	„	1060 „	„ „	413 „	„ .

Dazu produzierte Cumberland 7350 t Zinkerz. In Yorkshire haben im Jahre 1894 noch mehrere Gruben ca. 1150 t Bleierz gefördert.

In Derbyshire erreicht der Mountain limestone eine Mächtigkeit von 450 m; statt des Whin Sill sind dort drei je 18—21 m mächtige Grünsteinmassen, die sogen. toadstones, zwischen vier Kalksteinzonen gelagert. Fast nur die rake veins sind hier im Kalkstein erzführend; in den toadstones vertauben sie, indem sie zu unmerklichen Klüften zusammenschrumpfen, um mitunter im darunter liegenden Kalkstein wieder erzführend zu werden. Man unterscheidet hier neben den Gängen noch die flats und die sogen. „pipes", d. s. mehr oder weniger vertikale, erzerfüllte Ausweitungen. Unter den „skrins" versteht man schmale, gleichfalls bleierzführende, die rake veins kreuzende Gänge.

Im Jahre 1894 hat Derbyshire über 5000 t silberarmes Bleierz produziert. Der in zahlreichen Gruben einbrechende Flußspat wird zu allerlei Ornamenten verarbeitet oder für sonstige Zwecke gewonnen. Die merkwürdigen als blue John bezeichneten Flußspatkonkretionen sind schon S. 533 erwähnt worden.

Während die Bleiglanzgänge von Wales und Westengland, wie diejenigen von Carnarvon, Merioneth, Montgomery (s. S. 802), Cardigan, Carnarthen, Pembroke und Shropshire im Silur auftreten, sind die Lagerstätten von **Flintshire und Denbighshire** im nördlichen Wales[1]) an den flachgelagerten Kohlenkalk

[1]) Moissenet, Le gisement du minerai de plomb dans le calcaire carbonifère du Flintshire; Ann. d. min. (5), XI, 1857, 351—440. — Höfer, Die Erzlagerstätten von Flintshire und Denbighshire in Wales; Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., XXXII, 1884, 94—96, 112—114, 123—125, 144—147; nach Davies, The metalliferous deposits of Flintshire and Denbighshire; Y Cymmrodor, embodying the Transact. Soc. of Cymmrodorion etc., VI, part. I, 1—52. — Dass., Eng. Min. Journ., XXXVI, 1883 382—385, 397—398. — Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 297—299.



gebunden. Dieser bedeckt diskordant das Silur und wird selbst von dem Millstone grit, einer hier aus Sandsteinen, Konglomeraten, Kieselschiefern und dünnen Kalk- und Schiefereinlagerungen bestehenden Schichtenfolge, und endlich von produktivem Karbon bedeckt. Man unterscheidet die Lagerstätten in Gänge, in „flats“, d. s. Erzansiedelungen längs der Schichtflächen, und in unregelmäßig gestaltete Höhlenfüllungen im Kalkstein. Die Gänge sind hier in der Regel am schmalsten in den Kalksteinen, sie werden bis zu mehrere Fuß mächtig in den unteren Sandsteinen des Millstone grit und verlieren sich weiter im Hangenden. Da, wo sie aber aus dem Kalkstein in den Sandstein übertreten, breiten sie sich zu den linsenförmigen flats aus. Im Kalkstein und im Zusammenhang mit Gangspalten bildeten sich die mit Ton, mit Kalksteinfragmenten und teilweise Erzen erfüllten sack- oder schlauchförmigen pockets, swallows, vugs, cavities und ore chambers. Als Erzgänge kommen in der Hauptsache nur die jüngsten OW. streichenden Verwerfer in Betracht, während die NS. streichenden „cross-courses“ aus Ton, Kalkspat und Zerreibungsmaterial zu bestehen pflegen. Das Haupterz der Lagerstätten ist der Bleiglanz mit einem Silbergehalt von 0,02 % des Bleigehaltes; die Blende und etwas weniger häufig Galmei und Weißbleierz sind weitere wichtigere Erze, als Gangarten brechen außer Quarz und Kalkspat auch Baryt und Flußspat ein. Stellenweise fanden sich auch große Massen von Weißbleierz. Die wichtigste Grube war bis vor mehreren Jahren die Minera in Flintshire, zeitweise die ergiebigste Bleierzmine Englands überhaupt. Im Jahre 1894 produzierte Flintshire etwa 5500 t Bleierz (4350 t Blei), 1200 t Zinkerz und 1120 kg Silber, Denbighshire 5800 t Zinkerz, 800 t Bleierz (610 t Blei) und 81 kg Silber. Im Jahre 1902 hat England aus eigenen Bleierzen nur 18 000 t Blei, d. h. weniger als ein Zehntel seines Bedarfes, zu erzeugen vermocht.

Um das Jahr 1875 wurde der uralte Bergbau von **Laurium**[1] (Lavrion), unweit von Sunion, der Südostspitze von Attika und südöstlich von Athen, wieder

[1]) Cordella, Le Laurium, 1869. — Ders., *Συνοπτικὴ περιγραφὴ διαφόρων μεταλλουργικῶν καὶ μεταλλευτικῶν προϊόντων τοῦ Λαυρίου*; Description des produits des mines et des usines du Laurium, 1870. — Ders., *Περιγραφὴ διαφόρων μεταλλευτικῶν προϊόντων τοῦ Λαυρείου καὶ Ὠρωποῦ*; Description des produits des mines du Laurium et d'Oropos, 1875. — Ders., Mineralogisch-geologische Reiseskizzen aus Griechenland; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLII, 1883, 21—23, 33—36, 41—44, 57—59. — Ders., *Στοιχεῖα ὀρυκτολογίας*, 1888, 88—91, 220—222. — Ders., *Ὁ μεταλλευτικὸς πλοῦτος καὶ αἱ ἁλυκαὶ τῆς Ἑλλάδος*, 1902. — Ders., Das Berg-, Hütten- und Salinenwesen Griechenlands; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLIX, 1901, 351—382. — Ders., Briefliche Mitteilungen an Bergeat. — Nasse, Mitteilungen über die Geologie von Laurion und den dortigen Bergbau; Ztschr. f. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes., XXI, 1873, 12—22. — Braun, Mineralien von Laurium; N. Jahrb., 1878, 188—191. — Dietz, Geognostische, berg- u. hüttenmännische Mitteilungen über das alte Laurion; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLV, 1886, 263—265, 271—273. — Simonet, Laurium; Bull. Soc. ind. min. (2), 1883, XII, 641, zitiert von Fuchs und de Launay. — vom Rath, Naturwissenschaftliche Studien, 1879, 331—337. — Ders., Über die Geologie von Attika mit besonderer Berücksichtigung des Hymittos und Lavrions; Sitz.-Ber. niederrh. Ges., 1887, 77—106. — Lepsius, Geologie von Attika, 1893, 61—76; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 152

ins Leben gerufen. Kamaresa und die am Meere gelegenen Hüttenwerke von Ergastiria sind dort die wichtigsten Betriebspunkte. Die Lagerstätten kommen ganz allgemein an der Grenze zwischen Schiefern und Kalken vor; die jedesmalige Grenzfläche zwischen derlei Gesteinen bezeichnet man hier als „Kontakt." Mit südlich gerichtetem Streichen durchzieht ein flacher Schichtensattel den südöstlichen Teil Attikas; seine tiefsten Schichten bilden mächtige, z. T. dolomitische Kalksteine („unterer Marmor") des Grundgebirges, darüber folgen Glimmerschiefer (Kaisariani-Schiefer Lepsius'), dann die blaugrauen, dünnschichtigen „oberen Marmore". Diskordant über diesen kristallinen Grundschichten liegen die Ablagerungen der unteren Kreide, nämlich die gelblich-weißen Eisenkalke, die grünen sogen. Athener Schiefer und Mergel und endlich, in inselartigen Denudationsresten, graue Kalksteine, auf denen sich z. B. in Athen die Akropolis erhebt. In die Kaisariani-Schieferzone ist nach Lepsius im Grubengebiet von Kamaresa eine weitere Kalkbank eingeschaltet, so daß man es also unter der Kreide stellenweise mit drei Horizonten von älterem Kalk und zwei solchen von kristallinem Schiefer zu tun hat. Nach den von Collins mitgeteilten Angaben der französischen Ingenieure liegt bei Kamaresa zwischen dem oberen Marmor und dem unteren Kreidekalk in der Regel eine

Fig. 227. Profil durch die wichtigsten Blei- und Galmeilagerstätten von Laurium. Maßstab 1:15000. (Cordella, 1883.) K_1 Eisenkalk; K_2 unterer mittlerer Kalkstein; K_3 unterer Marmor; Gl_2 mittlerer Schiefer mit Einlagerungen von Kalkstein; Gl_3 unterer Schiefer, der obere Schiefer ist in dem dargestellten Gebiete nicht vorhanden; L_1—L_3 1.—3. Kontaktlager; L_4 Galmei; g_1, g_2 Bleiglanzgänge und Griffons; F_1, F_2 Felsitgänge.

bis 157. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 375—387. — Gobantz, Die laurischen Silberbergwerke in alter Zeit; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hütt.-Wes., XLII, 1894, 123—130. — de Launay, Contribution à l'étude des gîtes métallifères; Ann. d. min. (9), XII, 1897, 199—209. — Ders., Les mines du Laurion dans l'antiquité; ebenda (9), XVI, 1899, 5—32, nach Ardaillon. — v. Ernst, Über den Bergbau im Laurium; Leob. Jahrb., L, 1902, 447—501. Mit Kärtchen der alten Bergbaureste und Abbildungen. — Collins, The mines of Laurium, Greece; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 751—753. — Böckh, Über die laurischen Silberbergwerke in Attika; Abh. phil. Kl. k. Ak. d. Wiss. z. Berl., 1814—1815, zitiert von v. Ernst. — Binder, Die attischen Bergwerke im Altertum; Jahresb. k. k. Staats-Oberrealsch. in Laibach, 1895; Ref. Ztschr. f. pr. Geol., 1896, 163.

Schieferschicht („schiste intercalaire"), die mitunter sehr dünn sein und häufig auch verschwinden kann. Praktisch unterscheidet man dort den unteren Marmor c_1, den unteren Schiefer s_1, den unteren mittleren Kalk c_2, die schiste intermediaire s_2 und die darüberfolgenden oberen mittleren Kalksteine c_3, den oberen Schiefer (Mergel) s_3 und den oberen Kalkstein c_4.[1]) Davon werden s_2—c_4, s_2 und c_3 nicht wegen ihrer Fossilführung, sondern wegen ihrer petrographischen Analogien, der unteren Kreide zugerechnet. Von der Mündung des Legranaflüßchens bei Sunion bis zu dem Orte Daskalio-niki im Norden hat der flache Sattel eine Länge von etwa 18 km. Von Kamaresa, etwa 4 km WNW. von Ergastiria gegen Süden ist sein westlicher Flügel längs des Legranatals in einer Verwerfung abgesunken. Durchbrüche von Serpentin und Gabbro sind verbreitet im Grundgebirge, ein kleiner, wenige Kilometer nördlich von Kamaresa und NW. von Ergastiria bei Plaká gelegener Granitstock ist von einem Kontakthofe umlagert und sendet noch Apophysen bis in die unteren Kreidemergel.

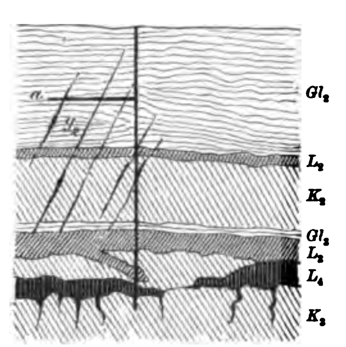


Fig. 228. Profil durch den Jean-Baptiste-Schacht. Tiefe 112 m. (Cordella, 1883.) K_3, Gl_3, K_2, Gl_2 wie in Fig. 227; L_4 3,5 m Galmei; L_3 3. Kontaktlager 5 m; L_2 2. Kontaktlager 0,5 m; g_2 Bleiglanzgänge; a alte Abbaustrecke.

Die Erzlagerstätten sind hauptsächlich an die „Kontakte" gebunden. Der erste, oberste Kontakt liegt zwischen c_3 und s_3, der zweite Kontakt zwischen s_2 und c_2, der dritte zwischen s_1 und c_1. Die Lagerstätten des zweiten Kontakts können den ganzen Kalkstein c_2 verdrängen und mithin auch längs s_1 auftreten, ebenso die des ersten bis zur Grenze zwischen c_3 und s_2 herabsteigen. Nur c_4 führt keine Erze. Die Erzlagerstätten von Soureza und Botzari, sowie in den Tiefbauen des Hilarion- und Serpieri-Schachtes usw. bei Kamaresa liegen im dritten, tiefsten, die weiter nördlich am Berge Kurora bei Plaká, bei Daskalio-niki, Dipseliza, Vromopusi, Spiliazesa usw. im ersten und zweiten Kontakt. Die letzteren führen manganreiche Braun- und Roteisenerze mit mehr oder weniger Blei- und Zinkerzen, 25—35 % Fe und 15—22 % Mn. Sie bilden unregelmäßig gestaltete, über 1000 m lange, 20—80 m breite und 2—3 m mächtige, schlauchartige oder linealähnliche Massen mit gleichmäßig N. 15° O. verlaufendem Streichen.

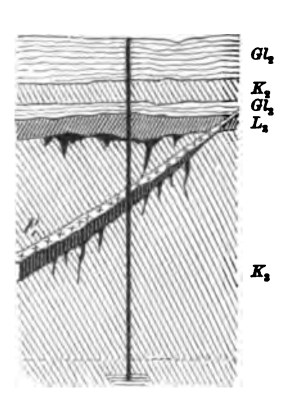


Fig. 229. Profil durch den Hilarion-Schacht. Tiefe 130 m, bis 6 m unter das Meeresniveau. (Cordella, 1883.) Zu unterst kristalliner Kalkstein K_3 mit einem 1 m mächtigen Felsitgang F_1, der von 2,15 m Galmei begleitet wird; L_3 3. Kontaktlager 5 m, im Liegenden mit etwas Galmei; Gl_3, Gl_2, K_2 wie in Fig. 227.

---

[1]) Die Buchstabenbezeichnung ist für die Zwecke der vorliegenden Beschreibung angewendet worden. Eine Parallelisierung zwischen den Bezeichnungen in den Figuren und im Text erschien nicht durchführbar.

Zu Plaká treten Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit mit Quarz, Kalkspat, Eisenspat und Manganspat in nächster Nähe der Manganeisenerzlagerstätten auf. Das Mengenverhältnis dieser Erze ist ein so schwankendes, daß manche Vorkommnisse fast nur Bleiglanz mit Eisen- und Mangankarbonaten als überwiegende Gangarten führen, wozu sich in letzterer Zeit zu Dardesa viel Pyrit einstellte. Diese Erze müssen teilweise aufbereitet werden.

Am wichtigsten sind die Lagerstätten im dritten Kontakt in der Umgebung von Kamaresa. Diese führen zu Soureza hauptsächlich Bleiglanz, sowie etwas Weißbleierz, Zinkspat, Kalkspat und bis zu 30 % Flußspat und sind sehr arm an Quarz und Eisenverbindungen. Der Bleigehalt beträgt dort 10—12 % mit etwa 300 g Silber in der Tonne. Bei Kamaresa selbst unterscheidet man zwischen fast reinen Bleiglanz- und fast reinen Zinklagerstätten; die ersteren kommen nordöstlich, die zweiten südwestlich einer in NW.—SO. durch den Serpierischacht verlaufenden Linie vor. Wo beide Verbreitungsgebiete ineinander gelegentlich übergreifen, liegt das Zinkerz in den Erzmassen unter dem Bleiglanz. Die Lagerstätten am 3. Kontakt bilden teils lagerartige Massen längs des Schiefers in dem liegenden Kalkstein oder sie erfüllen zahllose Spalten, die sogen. „croisseurs“ und „griffons“ (Fig. 227). Die lagerförmigen Massen sind offenbar aus Lösungen hervorgegangen, die längs der hangenden Schiefer den Kalkstein weggelaugt haben. Zu Kamaresa wird das Gebirge von zahlreichen Felsitgängen („Eurite“) in OW. durchschnitten (Fig. 229); auch längs dieser haben ausgiebigere Erzansiedelungen stattgehabt und das Eruptivgestein ist dabei kaolinisiert worden. Die Mächtigkeit der Lager beträgt meistens nicht über 3—5 m. Die SO. streichenden croisseurs sind kilometerweit zu verfolgen, aber höchstens bis 15 m tief unter den Kalkschieferkontakt erzführend. Sie enthalten bald nur Bleiglanz, bald Bleiglanz, Blende und Pyrit und verästeln sich wurzelförmig nach unten. Die mitunter zu Grotten erweiterten griffons (Krallen) streichen senkrecht zu den croisseurs, sind jünger als sie und ihre sulfidische Erzfüllung und haben sie mehr oder weniger verworfen. Sie bilden bald nur feine Klüfte, bald mehrere Fuß breite Spalten und führen fast nur sekundären, teilweise metasomatisch abgelagerten Galmei, Brauneisenerz und Aragonit, und zwar nur da, wo in den Kontaktlagerstätten Zinkerze vorwalten. Diese Lagerstätten reichen 20—50 m tief unter den Kontakt und keilen spitz nach unten aus. Es ist sehr bemerkenswert, daß das Grundwasser zu Kamaresa durch den Stand des mehrere Kilometer weit entfernten Meeresspiegels beeinflußt wird, eine Folge der außerordentlichen Durchklüftung und Auswaschung des Kalkes, der reich an Höhlen ist. Ein Vordringen unter das Meeresniveau ist deshalb ausgeschlossen. Alle Lagerstätten von Laurium zeigen mehr oder weniger eine Umwandlung in Galmei, Weißbleierz, Bleisulfat, Brauneisenerz, die außerdem noch von folgenden Mineralien begleitet werden können: Baryt, Flußspat, Gips, Dolomit, Ankerit, Oligonspat, Quarz, Kieselzinkerz, Willemit, Zinkaluminit, $6\,ZnO \,.\, 3\,Al_2O_3 \,.\, 2\,SO_3 \,.$ $.\, 18\,H_2O$, Serpierit (basisches Kupfer-Zink-Kalksulfat), Zinkblüte, Pyromorphit, Mimetesit, Vanadinit, Phosgenit, Gelbbleierz, Fibroferrit, Skorodit, Nickelblüte, Cordellit (kalk-, magnesia- und kalihaltiges, im übrigen hauptsächlich aus Nickel-

arseniat bestehendes Mineral), Lossenit, $PbSO_4 . (FeOH)_9(AsO_4)_6 + 12H_2O$,[1]) ged. Schwefel, ged. Kupfer, ged. Silber, Rotkupfererz, Kupferglanz, Kupferkies, Greenockit,[2]) Atakamit, Euchroit, Olivenit, Malachit, Kupferlasur, Buratit (kupfer- und kalkhaltige Zinkblüte), Jarosit.[3]) Teilweise sind die Erze von Laurium sehr arsenreich und zeigen mitunter einen nicht unerheblichen Silbergehalt.

Die Zahl der Lagerstätten von Laurium ist zwar eine sehr große, besonders die Galmeilagerstätten von Kamaresa sind aber schon stark ausgebeutet, viele haben schon den Athenern Erze geliefert und durch die bezeichneten Grundwasserverhältnisse sind der Ausnutzung manche enge Grenzen gezogen. Sehr zahlreiche Schächte, Aushöhlungen, Bergehalden („εκβολάδες"), Reste von Wasch- und Hüttenanlagen, sowie vor allem große Schlackenmassen geben Zeugnis von dem lebhaften Silberbergbau, der sich hier besonders in der Blütezeit Athens abspielte, indessen sicherlich in die phönizische und mykenische Zeit zurückreicht. Der Aufschwung des Bergbaues fällt in das Jahr 484 v. Chr., er blühte im 5. Jahrhundert und war die eigentliche Grundlage für den Reichtum und die Macht des Staates wie einzelner Athener, die sich dort durch die billige Arbeit von Tausenden von Sklaven große Vermögen erwarben. Der Verfall Lauriums begann im peloponnesischen Krieg und war vollständig im 2. Jahrhundert n. Chr. Erst im Jahre 1864 gründete eine französische Gesellschaft zu Ergastiria, wie dieser Ort schon im Altertum geheißen hatte, ein Hüttenwerk, um die massenhaft vorhandenen, von den Alten teilweise ins Meer gestürzten Schlacken und Wäscherückstände zu verarbeiten. Man berechnete dort die auf einer Fläche von 610000 qm liegenden derartigen bleihaltigen Reste auf 1555000 t mit $5^1/_2$—14 % Blei und 360—440 g Silber in der Tonne des letzteren. Das Grubenfeld der Gesellschaft umfaßte bald darauf die alten Betriebspunkte bei Ergastiria, Theriko, Soureza, Berzeko, Kamaresa und Sinterini, nur einem Teil des großen Verbreitungsgebietes der alten Ekvoladen. Aus ihr gingen im Jahre 1873 zwei Gesellschaften hervor, eine griechische Hüttengesellschaft, welche die Verarbeitung der alten Halden und Schlacken betreibt, wobei die letzteren z. T. gebaggert werden müssen, und eine französische Grubengesellschaft. Die alten Schlacken sind jetzt fast völlig verarbeitet. Einen großartigen Aufschwung haben die Betriebe der französischen Gesellschaft, „der Compagnie Française des Mines du Laurium" genommen. Bis 1900 hat sie allein über 700000 t Galmei produziert. Andere Gesellschaften bauen bei Dardesa, Nikias, Dipseliza und Spiliazesa-Vromopusi. Die Compagnie du Laurium hat im Jahre 1899 gegen 23000 t gerösteten Galmei von sehr verschiedenem Gehalt, 1074 t Blende und etwa 150000 t großenteils manganhaltiges Eisenerz gefördert. In den letzten zehn Jahren sind über 2 Mill. Tonnen blei- und zinkhaltige Eisen- und Manganerze geliefert worden, davon allein von der Gesellschaft Dardesa 800000 t.

Auf der Insel **Siphnos**[4]) werden gleichfalls Bleierze abgebaut, die an den von Glimmerschiefer bedeckten kristallinen Kalkstein gebunden sind. Sie werden von Zink-, Mangan- und Eisenerzen begleitet. Auch zu Siphnos ging im Altertum ein sehr lebhafter Silberbergbau um.

Das zink- und bleierzführende, 500 km lange und etwa 300 km breite Ozarkgebiet umfaßt den südlich bezw. westlich des Missouri und des Mississippi

[1]) Milch, Ztschr. f. Kristallogr., XXIV, 1895, 100—103.

[2]) Christomanos, Über ein neues Vorkommen von amorphem Greenockit in Laurion; Tscherm. Mitt., XVI, 1896, 360—361.

[3]) Cornu, Tscherm. Mitt., XXII, 1903, 86.

[4]) Cordella, l. c. 1901.

gelegenen Teil des Staates **Missouri**,[1]) den südöstlichsten Teil von **Kansas**, den nordöstlichsten des Indian Territory, den nördlichsten von **Arkansas** und einen kleinen Abschnitt von Illinois. Blei- und Zinkerzlagerstätten werden in folgenden Gegenden abgebaut: im sogen. Südostdistrikt südlich von St. Louis, im Zentraldistrikt um Jefferson, im Südwestdistrikt, dessen Hauptort in Missouri Joplin, im angrenzenden Kansas Galena ist, und in dem noch wenig erschlossenen erzführenden Teil des nördlichen Arkansas. Der wichtigste ist

---

[1]) A. Schmidt, Die Blei- und Zinkerzlagerstätten von Südwestmissouri, 1876. — A. Schmidt and Leonhard, The lead and zinc regions of Southwest Missouri; Report of the Geological Survey of the State of Missouri, 1874, 384—502. — A. Schmidt, The lead region of Central Missouri; ebenda 503—577. — Gage, Lead mines of Southeast Missouri; ebenda 602—637. — Cobb, Notes on the history of lead mining in Missouri; ebenda 672—685. — Raymond, Note on the zinc deposits of Southern Missouri; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VIII, 1880, 165—167. — Nicholson, A review of the Ste. Genevieve copper deposit; ebenda X, 1882, 444—456. — Neill, Notes on the treatment of nickel-cobalt matters at Mine la Motte; ebenda XIII, 1885, 634—639. — Wilson, Clerc and Davey, Lead an zinc ores of Southwest Missouri mines, 1887; Ref. Eng. Min. Journ., XLIII, 1887, 397—398. — Henrich, Zinc-blende mines and mining near Webb City, Mo.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 3—25. — Winslow, Notes on the lead and zinc deposits of the Mississippi Valley and the origin of the ores; Journ. of Geol., I, 1893, 612, zitiert von Kemp. — Ders., Lead- and zinc-deposits of Missouri; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1895, 634—689. — Ders., Lead and zinc deposits; Miss. Geol. Surv., VI, 1894, XXI u. 387; XVII, 1894, XXI u. 390—763. Mit Tafeln; Ref. N. Jahrb. 1897, II, — 278—280 —. — Ders., The disseminated lead ores of southeastern Missouri; Bull. U. St. Geol. Surv. No. 132, 1896. — Holibaugh, Condition of the lead and zinc mining industry of Southwest Missouri and Southeast Kansas; Eng. Min. Journ., LVIII, 1894, 199—200. — Ders., The zinc mining industry of Southwest Missouri and Southeast Kansas; ebenda 392, 413—414, 437—460, 485—486, 508, 535—536. — Jenney, The lead-and zinc- deposits of the Mississippi Valley; Transact. Am Inst. Min. Eng., XXII, 1894, 171—225. Diskussion dazu (Blake, Winslow, Nason), ebenda 621—646. — Robertson, Amer. Geol. 1895, 235; Ref. Zeitschrift f. pr. Geol., 1896, 118—119. — van Hise and Bain, Lead and zinc-deposits of the Mississippi Valley, U. S. A.; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1901—1902, 376—434. — Bain, van Hise and Adams, Preliminary report on the lead and zinc deposits of the Ozark region etc.; XXII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1900—1901, Part II, 33—227. — Crane, The Quapaw zinc district; Eng. Min. Journ. LXXX, 1905, 488—490. — Keyes, Diverse origins and diverse times of formation of the lead- and zinc-deposits of the Mississippi Valley; Transact. Am Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 603—611. — Horten, Der Zinkerzbergbau bei Joplin, Missouri, und seine wirtschaftliche Bedeutung; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.- Wes., L, 1902, 400—414. — Bain and Ulrich, The copper deposits of Missouri; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 260, 1905, 233—235; ebenda No. 267, 1905. — Bain, Lead and zinc resources of the United States; ebenda 251—273. — Siebenthal, Structural features of the Joplin district; Econ. Geol., I, 1905—1906, 119—128. — Branner, The zinc- and lead-deposits of North Arkansas; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 572—603. — Adams, Zinc- and lead-deposits of Northern Arkansas; ebenda XXXIV, 1904, 163—174. — Adams, Purdue and Burchard, Zinc and lead deposits of northern Arkansas; Prof. Paper, U. St. Geol. Surv. No. 24, 1904.

der Südwestdistrikt, der in früheren Zeiten viel Bleierze lieferte und jetzt 90 % der gesamten Zinkproduktion der Vereinigten Staaten oder $^{1}/_{5}$ der Zinkproduktion der Welt ergibt.

Das Ozarkplateau stellt die nördliche sehr flache Abdachung der 600 m hohen Bostonberge dar, die durch den Arkansasfluß von dem Ouachita-Gebirge getrennt sind, wo sich u. a. silberhaltige Bleiglanzzinkblendegänge finden. Eruptive Gesteine, nämlich präkambrische und postkarbonische Granite und Porphyre sind nur ganz untergeordnet vorhanden; das Gebiet besteht vielmehr aus kambrischen bis karbonischen Sedimenten, die sich mit fast radial gerichtetem, sehr flachem Einfallen um die präkambrischen Eruptivmassen der St. Francisberge südlich von St. Louis ausbreiten. Die Lagerstätten im Südost- und Zentraldistrikt und in Nordarkansas sind an verschiedene Kalksteinhorizonte des Untersilurs gebunden, während die jetzt wichtigsten Vorkommnisse, nämlich diejenigen in Kansas und Südwestmissouri, fast ausschließlich in den oberenStufen des unteren Kohlenkalkes auftreten. Das aus Sandsteinen und 360—600 m mächtigen Kalken bestehende Silur wird von wenig mächtigen devonischen Schichten diskordant überlagert, auf welche karbonische Tonschiefer (Kinderhookschiefer) und darüber die Mississippikalksteine (Upper und Lower Burlingtonkalke in Missouri, Boonechert-Kalke in Arkansas) folgen. Die Mississippikalke, und zwar besonders die oberen Burlingtonkalke, sind das eigentliche Muttergestein der Lagerstätten von Südwestmissouri. Sie sind im allgemeinen nicht dolomitisch, enthalten mehr oder weniger mächtige schichtige Einlagerungen von Hornsteinen oder sind in unregelmäßiger Weise von Konkretionen solcher durchwachsen; diese Hornsteine (cherts) werden durch Auslaugung und Verwitterung zu Polierschiefer. Nach oben zu folgen stellenweise Schiefer und Sandsteine, die untersten, von der Erosion verschonten Reste der oberen Kohlenformation. Im ganzen ist das Ozarkplateau nur sehr wenig von größeren Gebirgsstörungen betroffen worden; Verwerfungen besitzen im allgemeinen nur geringe Höhen, doch scheinen solche häufig zu sein. Sie sind teilweise jünger als die Erzlagerstätten und die größten Verwerfungen im Südostdistrikt stehen zur Erzführung in keiner Beziehung.

Die in den vier bezeichneten Distrikten verbreiteten Lagerstätten sind abgesehen von dem Alter der einschließenden Kalksteine auch mineralogisch nicht ganz gleichartig; im Südost- und Zentraldistrikt sind es vorwaltende Bleiglanzlagerstätten, in ersterem stellenweise auch mit etwas Kobalt-, Nickel- und Kupfererzen; im Südwestdistrikt, teilweise auch in Arkansas, besitzen Zinkerze eine überwiegende Bedeutung. Erze finden sich in den verschiedenartigsten Gesteinen, so z. B. auch gangförmig im Granit der St. Francisberge; doch haben sie nur in den Kalksteinen eine größere Anhäufung erfahren. Weder im Silur noch im Kohlenkalk sind sie an bestimmte Horizonte ausschließlich gebunden. Wo sie auftreten, ist der Kalkstein dolomitisiert, mitunter drusig oder sandig locker geworden; die Dolomitisierung ging ihrer Ansiedelung voraus. Die Lagerstätten besitzen die verschiedensten Formen; sie bilden große Linsen, deren Abbau weite Höhlen hinterläßt (openings, runs, flats), wie besonders in Südwestmissouri und im Zentraldistrikt, oder Imprägnationszonen im dolomitischen Kalkstein, wie

hauptsächlich im Silur des Südostdistrikts, ferner vertikale schlauchförmige pipes, chimneys, gash veins (Fig. 230), Ausfüllungen von Spalten (crevices), Nester und plattenförmige Ansiedelungen längs der Schichtklüfte (sheets) (s. S. 1009). Zu erwähnen sind die sogen. circle-deposits im zentralen Distrikt, die sich in kreisförmigen, 15—30 m weiten, mit der Oberfläche durch eine Öffnung in Verbindung stehenden und sich nach unten erweiternden Hohlräumen bildeten. Sie sind ausgefüllt mit Kalksteinblöcken, Sand, Ton, Baryt und Bleiglanz. Letztere beiden treten auch lagenförmig im Nebengestein auf. Ein ausgezeichnetes Beispiel für eine solche Erzhöhle bot die Conlogue-Grube. In Südwestmissouri, in der Gegend von Joplin, spielen die oft recht beträchtlichen Einlagerungen von Hornstein im Kalke eine nicht unwichtige Rolle, indem von Spalten aus häufig eine zwischen zwei Hornsteinlagern liegende Kalkmasse dolomitisiert und in Erz umgewandelt ist. Die Anreicherung des Kalksteins mit Magnesia und die Vererzung folgt zunächst den fast horizontalen Schichtflächen und erstreckt sich beiderseits ins Liegende und Hangende. Die Gestalt dieser sogen. „runs“ ist eine unregelmäßige, ihre Struktur häufig brecciös; im ganzen werden sie 3—15 m breit, 1,5—9 m hoch und 30—90, ausnahmsweise bis 180 m lang. Im Liegenden

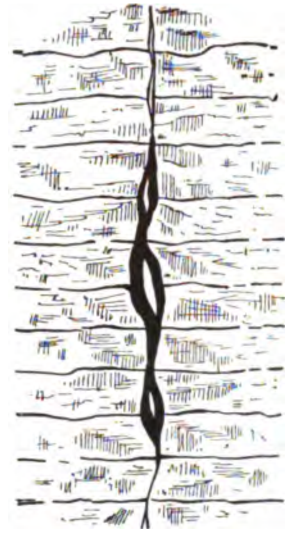


Fig. 230. „Gash vein“. (Chamberlin, 1882.)

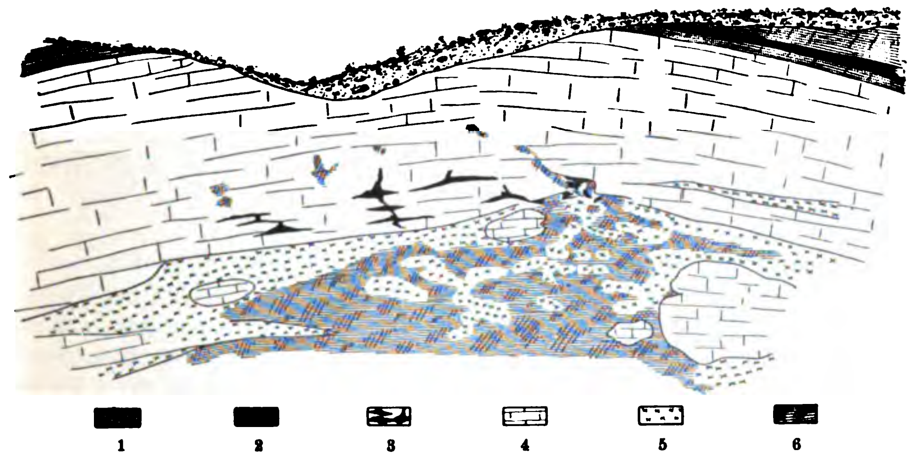


Fig. 231. Typus der Lagerstätten bei Webb City in Missouri. (Henrich, 1893.)
1 Karbonische Schiefertone und Kalkschiefer, 2 Kohlenflözchen, 3 Bleiglanz, 4 Kohlenkalk, 5 Hornstein, 6 Zinkblende.

einer Hornfelsbank ist wohl auch der ganze Kalkstein einseitig mit Erz imprägniert. Sehr verbreitet sind besonders zu Joplin Breccien von Kalkstein und Hornstein mit einem Zement von Erz, welche durch Auslaugungen des

Kalksteins, durch Verstürzungen und durch Einsenkungen entstanden sind und in denen sich das Erz dann mitunter als eine sehr jugendliche Bildung zu erkennen gibt. Manche Erze des Südwestdistriktes sind so hochgradig verquarzt, daß man von sekundär gebildeten Hornsteinen sprechen kann (Fig. 231). Diese sind teilweise zweifellos unter Verdrängung des Dolomits entstanden. Im übrigen hat jeder der Erzdistrikte in bezug auf die Form der Lagerstätten gewisse Eigentümlichkeiten.

Die auf den Lagerstätten einbrechende Mineralgenossenschaft ist keine zahlreiche, die Mineralien sind teilweise durch schöne Kristallisationen ausgezeichnet. Das Hauptbleierz ist der sehr silberarme und antimonfreie Bleiglanz, manchmal in bis zu 15 cm dicken Kristallen. Weißbleierz und seltener Pyromorphit und Anglesit fand sich nahe der Oberfläche, Leadhillit ($Pb_2[Pb . OH]_2[SO_4][CO_3]_2$) kam zu Granby vor. Die eisenarme Zinkblende („jack") ist das Haupterz im Südwesten; sie zeigt verschiedene Farben, enthält 0,5—0,7 % Kadmium und ist deshalb häufig von Greenockit überzogen, wie auch der Smithsonit teilweise kadmiumhaltig ist. Mitunter kommt sie in Stalaktiten, manchmal als Versteinerungsmittel vor. Calamin ist häufiger als Smithsonit und bildet das Hauptzinkerz besonders zu Granby im Südwesten, ist dagegen selten im Südostdistrikt. Zinkblüte ist selten. Pyrit und Markasit sind im Südwesten verbreitet. Begleiter der Erze sind Dolomit, Kalkspat, Quarz und im Südost- und Zentraldistrikt auch Schwerspat. In verhältnismäßig großer Menge, mit dem Erz oft innig durchmischt und auch dem jüngeren Hornfels beigemengt, findet sich Asphalt, der auf den ursprünglichen Bitumengehalt des Kalksteins zurückgeführt wird. Dazu kommt Ton sowohl als Einschwemmung wie als Rückstand aus der Auflösung der Kalksteine, sowie Dolomit- und Quarzsand. Der in Kentucky und Illinois gangförmig auftretende Flußspat (s. u.) scheint hier nicht bekannt zu sein. Seltener sind Kupferkies und die daraus hervorgegangenen Karbonate, die indessen doch stellenweise abgebaut werden konnten. Der Bleiglanz ist im Gebiet von Joplin meistens in den oberen Teilen der Zinklagerstätten oder über diesen vorgekommen. Nirgends haben die Abbaue eine größere Tiefe erreicht, wohl aber haben Bohrungen in der Gegend von Joplin die Anwesenheit von Erzen in vier Horizonten bis zu 300 m Teufe nachgewiesen.

Im Südwestdistrikt ist der wichtigste von den etwa 30 Grubenorten des von Galena bis östlich von Springfield 80 km weit sich erstreckenden Gebietes Joplin, wo besonders früher sehr lebhaft auf Bleiglanz gebaut wurde, während man jetzt die damals vernachläßigte Blende gewinnt. Andere wichtige Gruben sind bei Galena in Kansas, Carterville, Aurora, Oronogo, Webb City, Zincite, Granby und Duenweg in Südwestmissouri. Die Bleierzproduktion beträgt hier überall nur einen kleinen Bruchteil der Zinkerzgewinnung. Der Bergbau in Missouri wandte sich zuerst im Jahre 1719 den Bleierzen des Südostens zu, erreichte aber erst um 1800 einige Ausdehnung. Die wichtigsten Gruben liegen dort im St. François und Madison County. Die Erzlagerstätten in den Distrikten Bonne Terre, Due Run und Mine la Motte befinden sich in einem dem untersten Silur oder dem Kambrium angehörenden Kalkstein, der von Archäikum oder Sandstein unterlagert wird und nehmen darin eine bis über 60 m mächtige

Schichtenzone ein. Die Erze sind völlig zinkfrei; besonders auf der Mine la Motte werden Kupfer-, Kobalt- und Nickelerze stellenweise als abbauwürdige Begleiter des Bleiglanzes angetroffen. Neuerdings gewinnen die an silurische Kalksteine gebundenen, vorwiegend oder stellenweise ausschließlich Blende und Galmei führenden, zumeist sehr nahe der Oberfläche aufgeschlossenen Lagerstätten von Nordarkansas an Bedeutung. Eine der ältesten Gruben, die Gibson Mine im Lawrence County, hat bisher Bleierze geliefert. Der wichtigste Distrikt ist Yellville.

Im südwestlichen **Wisconsin**[1]) findet jetzt in der Gegend von Shullsburg, Mineral Point, Platteville, Dodgeville, Darlington und Benton südlich vom Wisconsin-Fluß vorzugsweise Zinkbergbau statt. Auch hier erreichen die Gruben nur selten eine größere Teufe als 25 m. Die Lagerstätten sind an untersilurischen Dolomit und Kalkstein gebunden, der dem kambrischen Potsdamsandstein aufruht und vom Maquoketa-Tonschiefer bedeckt wird. Der eigentliche erzführende Kalksteinhorizont ist der 40—80 m mächtige Galena-limestone Die Vorkommnisse bilden sheets, openings und flats zwischen den Schichten, plattenförmige Ausfüllungen, mehr oder weniger vertikale Hohlräume (crevices), Ausscheidungen in Breccien und Imprägnationen. Sie liegen im allgemeinen auf den wenig mächtigen, bituminösen Tonschiefern, welche den Galena-limestone von dem älteren Trenton-limestone trennen. Auch in letzterem treten Erze auf. Bleiglanz pflegt auch hier samt Galmei die oberen Teile der Lagerstätten zu bilden, die Zinkblende mit Pyrit und Markasit in der Tiefe zu liegen. Baryt bricht stellenweise ein. Dem Erzdistrikt von Wisconsin benachbart ist im Süden das wenig ausgedehnte Grubengebiet von Galena im nördlichen **Illinois**, nach Westen zu findet es seine Fortsetzung in den gleichfalls wenig bedeutenden, schon um das

[1]) Whitney, Report of a geological survey of the Upper Mississippi lead region, 1862; Auszug Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXII, 1863, 310—312, 318—320. — Chamberlin, The ore deposits of southwestern Wisconsin; Geology of Wisconsin, IV, 1882; Ref. N. Jahrb., 1883, II, 341—349. — Irving, The mineral resources of Wisconsin; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VIII, 1880, 478—508; Eng. Min. Journ., LXXX, 1905, 488—490. — Blake, The mineral deposits of Southwest Wisconsin; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXII, 1894, 558—568; Ref. A. Schmidts in Ztschr. f. pr. Geol., 1894, 64—65. — Grant, Preliminary report on the lead- and zinc-deposits of southwestern Wisconsin; Wisc. geol. and nat. hist. Surv. Bull. No. IX, Ec. ser. No. 5, 1903. — Ders., Zinc and lead deposits of southwestern Wisconsin; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 260, 1905, 304—310. — Ders., Structural relations of the Wisconsin zinc and lead deposits; Econ. Geol., I, 1905—1906, 233—242. — Ellis, Zinc and lead mines near Dodgeville, Wis.; ebenda 311—315. — Nicholson, The Wisconsin zinc fields; Eng. Min. Journ., LXXVI, 1903, 847—849. — Bain, Lead and zinc deposits of Illinois; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 225, 1904, 202—207. — Ders., Zinc and lead deposits of northwestern Illinois; ebenda No. 246, 1905. — Whitney, Report on the geological Survey of the State of Iowa, Vol. I, 1858, 324—472; danach: Die Bleierzlagerstätten des Mississippi-Thales; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIX, 1860, 317—319, 322—324, 339—340, 362—363, 373—376. — Leonhard, Origin of the Iowa lead and zinc deposits; Am. Geol., XVI, 1895, 288; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 119—120. — Ders., Lead and zinc deposits of Iowa; Iowa Geol. Surv., VI, 1896, 13—66; Ref. N. Jahrb., 1898, I, —74—75—.



Jahr 1700 bekannten Lagerstätten um Dubuque in **Iowa**, jenseits des Mississippi. Das jährliche Zinkausbringen von Wisconsin beträgt etwa 20000 t, wozu noch die Gewinnung von ungefähr 3000 t Bleierz und etwas Markasit kommt.

Bezüglich der Entstehung der Blei- und Zinkerzeinlagerungen in den Kalksteinen des Mississippitales und seiner westlichen Umgebung kann es keinem Zweifel unterliegen, daß diese auf Lösungen zurückzuführen sind, die sich längs vertikaler Klüfte, längs der Schichtfugen und auf den Zwischenräumen in den brecciös zerrütteten und durch Auflösung teilweise schon zerstörten Gesteinen bewegt haben. Es ist auch zweifellos, daß die Ansiedelung der Erze im Kalkstein unter Metasomatose vor sich ging. Es läge sicherlich am nächsten, die Herkunft der Metalle auf aus der Tiefe aufsteigende Lösungen zurückzuführen. Schon die ungleichartige Beschaffenheit der Lagerstätten in den verschiedenen Distrikten, das sehr wechselnde Verhältnis zwischen der Zink-, Blei- und Kupferführung, das ungleichmäßige Auftreten des Baryts, der Nickel- und Kobalterze scheinen für diese Annahme zu sprechen, die u. a. Jenny vertreten hat.

Eine solche Entstehung durch Ascension wird aber von mehreren amerikanischen Geologen bestritten. Clerc glaubt, daß ein in den oberkarbonischen Schiefer- und Sandsteinauflagerungen enthaltener Metallgehalt in die brecciös aufgelockerten Kohlenkalkschichten wanderte und dort konzentriert wurde. Ausführlich hat Winslow die Theorie entwickelt, daß die Metalle, wie schon Whitney und Chamberlin annahmen, als ursprünglicher Niederschlag aus dem Meere in den Gesteinen enthalten gewesen sei, welche ehedem die Oberfläche des Mississippi-Gebietes bildeten und daß während der sehr langsamen Zerstörung und Abtragung dieser während der Eiszeit unvergletschert daliegenden Schichten eine allmähliche Abwärtswanderung und Konzentration ihres Erzgehaltes bis zur jetzigen Lagerstätte vor sich gegangen sei. Ausgewählte Proben des den Lagerstätten nicht benachbarten Gebirges ergaben nach Robertson bei der Analyse stets Spuren bis zu einigen Hunderttausendsteln an Zink und Blei, ferner an Kupfer, Mangan und Baryum. Für eine Descension der Lösungen und für die besondere Beteiligung organischer Substanzen bei der Ausfällung der Sulfide hat sich vorher auch Blake und später Leonhard ausgesprochen. Das Vorkommen von Erzstalaktiten in den Hohlräumen wurde auch hier als ein Beweis für die Descension aufgefaßt.

In Anlehnung an Anschauungen, die van Hise entwickelt hat, nimmt dagegen Bain an, daß der Metallgehalt der Lagerstätten ursprünglich den kambrisch-silurischen Schichten angehört habe. Das Grundwasser habe diese Metalle gelöst, und bei seiner Zirkulation dort wieder abgesetzt und konzentriert, wo es mit organischer Substanz oder sonstigen geeigneten Fällungsmitteln zusammentraf. Spalten, welche die devonisch-karbonischen Schiefer durchsetzten, hätten zwar den aus dem Silur aufsteigenden Lösungen den Zutritt in den Kohlenkalk gewährt, während die oberkarbonischen Schiefer ihrer Zirkulation nach oben hin eine Schranke geboten hätten. Aus den Angaben Bains und aus älteren Schilderungen ergibt sich, daß die Herausbildung der jetzigen Lagerstätten die Folge eines primären Absatzes, nach des ersteren Auffassung einer Konzentration unter dem Grundwasserspiegel, einer sekundären Umlagerung im Grenzbereich zwischen diesem und den Tagewässern und endlich einer Oxydation über dem Grundwasserspiegel ist. Wenigstens teilweise ist der Erzabsatz sehr jugendlichen Alters.

Die Mississippistaaten sind nach Idaho (Coeur d'Alêne) mit einer Erzeugung von 78000 t (einschließlich der kleinen Produktion von Kentucky und Virginia) die wichtigsten Bleiproduzenten der Union, deren gesamtes Bleiausbringen im Jahre 1903 etwa 265000 t betragen hat. Wie schon oben gesagt, liefern sie auch beinahe die gesamte in den Vereinigten Staaten erzeugte, gegen 145000 t betragende Zinkmasse (Deutschland 175000, Belgien 125000 t im Jahre 1903.)

In **Pennsylvanien**[1]) sind zwischen 1853 und 1876 bei Friedensville nahe Bethlehem im Lehigh County aus Zinkblende, Greenockit, Smithsonit und Calamin bestehende, an Risse und Klüfte des dolomitischen untersilurischen Chazykalkes gebundene Erze abgebaut worden. Die Förderung betrug um das Jahr 1872 etwa 20000 t. Frei von Blei sind die im untersilurischen Kalkstein aufsetzenden Smithsonit- und Calaminvorkommnisse der Berthagrube am New River an der Südgrenze von **Virginia**.[2]) Ebenfalls im unteren Silurkalk liegen die Zinkblende- und Galmeilager bei Knoxville und Morristown in Tennessee.[3])

Der südliche Teil von **Illinois** bei Rosiclare und anstoßende Gebiete von West-**Kentucky** bei Salem nördlich und südlich des Ohio besitzen Lagerstätten von Flußspat[4]) mit Blei- und Zinkerzen. Diese treten fast nur gangförmig in den unterkarbonischen, aus Kalken, Schiefern und Sandsteinen bestehenden Mississippischichten auf und erfüllen echte bis zu mehrere Meter mächtige Verwerfungsspalten. Sie führen meist farblosen oder violetten, seltener gelben Flußspat, daneben untergeordnet Baryt, Kalkspat, Ankerit, Quarz, silberarmen Bleiglanz, Zinkblende, spärlichen Kupferkies, Pyrit, Markasit und allerlei sekundäre Mineralien, wie Pyromorphit, Cerussit, seltener Schwefel, Smithsonit, Calamin, Zinkblüte, Greenockit usw. Zum Teil bilden sie auch das Bindemittel in Breccien. Die Hauptmasse der in dem Gebiete gewonnenen Zinkerze tritt in metasomatischen Ablagerungen in den Kalksteinen auf. Von sehr untergeordneter geologischer Bedeutung sind Glimmerperidotit und Lamprophyrgänge. In Kentucky begann der Bleierzbergbau im Jahre 1812, die Flußspatgewinnung im Jahre 1873. Der Aufschwung der letzteren datiert aber hier wie in Illinois erst aus den letzten Jahren. In Kentucky wurden im Jahre 1903 30000, in Illinois 11000 t Flußspat gewonnen und hauptsächlich von Eisenhütten verbraucht. Die beiden Staaten sind gegenwärtig die Hauptproduzenten für dieses Mineral. Eine geringfügige Zinkerzgewinnung findet auf den Gruben Columbia und Old Jim in Kentucky statt.

In Montana gehörte das Erzvorkommen der um das Jahr 1880 eröffneten, im Jahre 1890 aufgelassenen Elkhorn-Grube, die einige Zeit lang nicht unbeträchtliche Mengen Silber, etwas Gold, sowie Blei gefördert hat, zu den

---

[1]) Credner, Geognostische Aphorismen aus Nord-Amerika; Ztschr. f. d. ges. Naturw., XXXV, 1870, 20—32. — Drinker, Abstract of a paper on the mines and works of the Lehigh zinc company; Transact. Am. Inst. Min. Eng., I, 1871—1873, 67—75. — Die Gruben und Werke der Lehigh-Zink-Gesellschaft in Pennsylvanien; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXI, 1872, 51—53, 61—62.

[2]) Case, The Bertha zinc mines at Bertha, Va.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXII, 1894, 511—536. — Watson, Lead and zinc deposits of the Virginia-Tenessee region; Bi-monthly Bull. Am. Inst. Min. Eng., 1906, 140—195. — Ders., Lead and zinc deposits of Virginia; Geol. Surv. Virginia; Geol. Ser. Bull., 1905. Beide Arbeiten waren mir bisher noch nicht zugänglich.

[3]) Keith, Recent zinc mining in East Tennessee; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 225, 208—213.

[4]) Emmons, Fluorspar-deposits of southern Illinois; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 31—53. — Ulrich and Smith, The lead, zinc and fluorspar deposits of western Kentucky; U. St. Geol. Surv. Prof. Paper No. 36, 1905. — Bain, The fluorspar deposits of southern Illinois; U. St. Geol. Surv. Bull No. 255, 1905. — Burk, The fluorspar mines of western Kentucky and southern Illinois; Min. Ind., IX., 1901, 293—295. — Pratt, Fluorspar and cryolite; Min. Res. U. St., 1901, 879—883. — Siehe auch Berg- u. Hütt. Rundsch., II, 1905—1906, 59—60.



metasomatischen Lagerstätten. Sie ist von Weed[1]) ausführlich beschrieben worden.

Im Castle Mountain-Distrikt[2]) in Montana, im Quellgebiet des Musselshell River, sind oxydische Bleierze und Bleiglanz, begleitet von etwas Kupfererz und Pyrit abgebaut worden, die sich in Kalksteinen vorfanden und deren Schichtflächen folgten. Das Gestein wird von Porphyrgängen durchbrochen. Die Erze liegen zwar im Kontakthof von Granit und Diorit, sind aber keine eigentlichen Kontaktlager. Die größte Grube und zugleich die wichtigste Bleierzmine Montanas war um 1890 die bald darauf aufgelassene Cumberland-Grube.

Die sehr zahlreichen metasomatischen Lagerstätten von Colorado, Utah, Nevada, Neu-Mexiko, ferner solche in Arizona und Mexiko sind gewöhnlich an Kohlenkalk und an die Nachbarschaft jüngerer, großenteils tertiärer, saurer oder mittelsaurer Eruptivgesteine gebunden. In den wasserarmen Gebieten haben sie eine manchmal sehr tiefreichende Verwitterung erfahren und waren dann jahrelang reiche Silber- und teilweise auch Goldlagerstätten.

Eines der reichsten und das am frühesten sorgfältig studierte Vorkommnis metasomatischer Blei- und Zinkerzlagerstätten im Westen der Vereinigten Staaten, welches in den ersten Zeiten auch größere Mengen Gold und Silber lieferte, ist der Distrikt von **Leadville**,[3]) im Zentrum des Staates Colorado und im Quellgebiete des in den Mississippi mündenden Arkansas-Flusses, etwa 3000 m hoch gelegen. Die Lagerstätten sind seit dem Jahre 1874 bekannt und der Bergbau nahm dort besonders von 1877 an einen so ungeheuren Aufschwung, daß die Gegend zu einem der berühmtesten Minengebiete der Erde wurde. Die sieben Grubenreviere Fryer Hill, Yankee Hill, Breece Hill, Rock Hill, Printer-Boy Hill, Iron Hill und Carbonate Hill liegen westlich des Mosquito Range und

[1]) Geology and ore deposits of the Elkhorn mining district; Jefferson County, Montana; with an appendix on the microscopical petrography of the district by Barrell; XXII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part II, 1900—1901, 399—549.

[2]) Weed and Pirsson, Geology of the Castle Mountain mining district, Montana; U. St. Geol. Surv. Bull No. 139, 1896.

[3]) Henrich, The character of the Leadville ore-deposits; Eng. Min. Journ., XXVIII, 1879, 470. — Amelung, The geology of the Leadville ore-district; ebenda XXIX, 1880, 255. — Wicks, Leadville; ebenda XXXI, 1881, 315. — The Evening Star Mine; ebenda 316. — Emmons, Abstract of report on geology and mining industry of Leadville, Lake County, Colorado; II. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1880 bis 1881, 201—290. — Ders., Geology and mining industry of Leadville, Color.; XII. Monogr. U. St. Geol. Surv., 1886, mit Atlas. — Ders., Structural relations of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 804—839. — Ders., The genesis of certain ore-deposits; ebenda XV, 1887, 125—147. — Ricketts, The ores of Leadville and their modes of occurrence as illustrated in the Morning and Evening Star mines, Princeton 1883; Ref. N. Jahrb., 1884, I, 199—202. — Freeland, The sulphide-deposit of South Iron Hill, Leadville, Colorado; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XIV, 1886, 181 bis 189. — Rolker, Notes on the Leadville ore-deposits; ebenda 273—292. 949. — Blow, The geology and ore-deposits of Iron Hill, Leadville, Colorado; ebenda XVIII, 1890, 145—181. — Ders., The Leadville gold belt; Eng. Min. Journ., LIX, 1895, 77. — The origin of the Leadville deposits; ebenda XLV, 1888, 339. — Laveleye, Die Bleiindustrie der Vereinigten Staaten Nordamerikas im Jahre 1878; Berg- und Hüttenm. Zeitg., XXXVIII, 1879, 445—448, 457—459, nach Rev. univ. V, No. 3, 1879, 560.

östlich von der Stadt. Das genannte Gebirge besteht aus Gneis, Granit und Amphibolschiefern, die von einer 1500 m mächtigen Folge von paläozoischen Ablagerungen bedeckt werden; dieses sind kambrische Quarzite (45—60 m), weißer Silurkalk (50 m), der dolomitische „blaue“ Kohlenkalk (der eigentliche erzführende Horizont, 60 m), Tonschiefer und Sandsteine (die sogen. Weber-Schichten, 600 m) und oberer Kohlenkalk (300—450 m). Wahrscheinlich am Ende der Kreidezeit wurden diese Schichten von Eruptivgesteinen durchbrochen, die hauptsächlich als Gänge und Intrusivlager von Quarzporphyren in Erscheinung treten. Sie treten in allen Schichten auf; besonders dort, wo sie in den blauen Kohlenkalk eingelagert sind, bilden sie häufig das unmittelbare Hangende der reichen Erzlagerstätten. Eruptive wie sedimendäre Gesteine sind von zahlreichen, ungefähr NS. streichenden Störungen verworfen und etwas gefaltet, indessen so, daß die Schichtenlage im ganzen eine nur schwach geneigte ist.

Die zuerst eröffnete und weiterhin wichtigste Grube von Leadville war die am 3300 m hohen Iron Hill. Man unterscheidet dort nach Blow den sogen. älteren weißen von dem jüngeren grauen Porphyr. Der erstere bildet eine Intrusion zwischen dem blauen Kalkstein und den hangenden Schiefern und stellt hier die obere Abgrenzung der an den blauen Kalkstein gebundenen Erzformation dar. Der graue Porphyr ist an Masse untergeordneter, hat sich in intrusiven Lagern, besonders zwischen dem blauen Kohlenkalk und dem weißen Silurkalk, ausgebreitet, tritt aber auch in sehr flachliegenden, der Schichtung mehr oder weniger parallelen Platten im Kohlenkalk, sowie an der Grenze zwischen diesem und dem weißen Porphyr auf und durchbricht endlich auch in kurzen Apophysen den ersteren (Fig. 232). Seine Intrusion hat zu keiner bemerkenswerten Kontaktmetamorphose geführt, doch ist der Kalkstein dadurch zerrüttet und dem Mineralabsatz zugänglicher geworden, so daß sich auch in seiner Nähe Erzmassen angesiedelt haben. Dabei ist der Porphyr mehr oder weniger kaolinisiert und längs des Kontaktes manchmal so verquarzt, daß man von schichtigen Quarziten gesprochen hat, die zwischen dem grauen Porphyr und dem Silurkalk eingeschaltet sein sollten. Die Faltung der östlich oder südöstlich einfallenden Schichten, sowie die in nordsüdlicher Richtung verlaufenden Verwerfungen sind jünger als die Erzlagerstätten.

Die Mineralisation des Kohlenkalkes hat in annähernd parallelen, ungefähr NO. verlaufenden Zonen (chutes) stattgefunden, innerhalb deren sich die Erze in verschiedenen Horizonten des Kalksteins in eng aneinander gereihten, reicheren Mitteln finden, sehr ungleichmäßige vertikale und horizontale Ausdehnungen zeigen und im Grundriß im ganzen ein ähnliches Bild gewähren, wie die Erzmittel in einem flachen Gangrisse. Teilweise besitzen sie in der bezeichneten Richtung eine ganz ausgesprochene schlauchförmige Gestalt. Wo wenig Gänge des grauen Porphyrs vorkommen, bilden die Lagerstätten gewöhnlich 15—75 m breite und 0,3—6 m mächtige Anreicherungen längs des Liegenden des weißen Porphyrs; in den tieferen Horizonten des Kohlenkalkes sind es ganz unregelmäßig geformte, miteinander und manchmal auch mit den vorherbezeichneten hangenden Massen in Verbindung stehende Erzmittel, die in mehr oder weniger inniger Beziehung zu Intrusionen des grauen Porphyrs stehen. In der Zone



Fig. 232. Längsprofil (oben) und Querprofil (unten) durch die Stone Chute-Lagerstätten am Iron Hill bei Leadville. Maßstab 1:5300. (Blow, 1890.)

der oxydierten Erze traten längs des oberen Kontaktes kieselige, im Kalksteine selbst an Eisen- und Manganoxyd reiche Gemenge mit einem größeren Silbergehalt auf. Von den verschiedenen am Iron Hill abgebauten „chutes“ war der Iron chute der wichtigste; er erstreckte sich anfänglich als eine fast ununterbrochene Karbonatlagerstätte von über 100 m Breite mehrere hundert Meter weit im Schichtenfallen, hauptsächlich längs des Porphyrkontaktes.

Die Erze von Leadville waren ehedem reiche Kar-

bonate, späterhin haben die Sulfide mehr und mehr in den tieferen Bauen überhandgenommen. Die Karbonatlagerstätten bestanden zum größten Teile aus Eisen- und Mangan-Hydroxyden und -Oxyden, Ton, dolomitischem Sand, Hornstein und Jaspis, Zersetzungsrückständen von Porphyr und Kalkstein, viel Weißbleierz, dazu Bleivitriol, Bleiglanz und etwas Silber und gediegen Gold, ersteres meistens als Chlorid, Bromochlorid mit etwas Jodgehalt, seltener im gediegenen Zustand oder als Silberglanz. Dazu kommen Kieselzinkerz, Grünbleierz, Gelbbleierz, Dechenit (ein Bleizinkvanadat),[1]) Baryt, Kalkspat und Manganspat. Die tieferen Karbonatablagerungen bestanden zum guten Teil aus basischen Eisensulfaten und Bleisulfat, die einen gelben, mitunter besonders goldreichen Ocker bildeten. Der Zinkgehalt war in den oberen Zonen sehr gering, nahm aber mit der Tiefe etwas zu und fand sich z. B. am Iron Hill immerhin noch als Zinksilikat

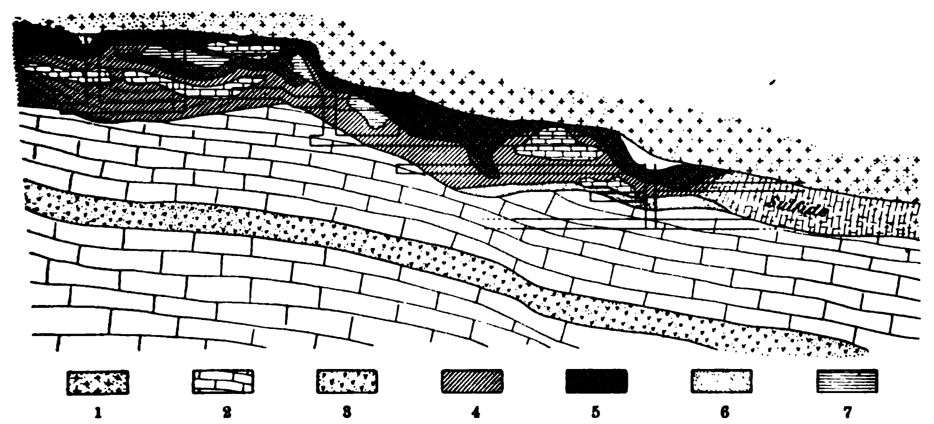


Fig. 233. Längsprofil durch die White Cap Chute-Lagerstätte am Iron Hill bei Leadville. Maßstab 1:1600. (Blow, 1890.) 1 Weißer Porphyr, 2 Kohlenkalk, 3 grauer Porphyr, 4 erzführender Letten usw., 5 oxydische Bleierze, 6 sandige Sulfide, 7 Ton.

hauptsächlich über dem unveränderten sulfidischen Erz, das aus vorwaltendem Pyrit, Quarz, aus Blende und etwas Bleiglanz besteht und neuerdings auch viel Kupfer enthält (Fig. 233). Die Sulfide führen nur geringe Mengen von Wismut, Antimon, Arsen und Spuren von Zinn. Nach Bartlett[2]) enthalten die Erze von Leadville auch Selen, Kadmium, Thallium, Gallium, ? Indium und Quecksilber. Die Zinkblende tritt im allgemeinen am reichlichsten an der oberen Grenze der Sulfide auf, so daß Blow glaubt, sie sei sekundär von obenher angereichert worden. Gediegen Silber findet sich in Drähten und feinen Überzügen auf Klüften des Bleiglanzes bezw. der Blende, begleitet von Quarz.

Emmons hat die Erzführung der Lagerstätten von Leadville, deren metasomatische Entstehung er zuerst mit Nachdruck behauptete, auf eine Aus-

[1]) Iles, On the occurrence of vanadium in the Leadville ores; Am. Journ. of Science, XXIII, 1882, 381; Ref. N. Jahrb., 1883, I, — 194 —.

[2]) Some notes on the rarer elements found in the Leadville sulphurets; Eng. Min. Journ., XLVIII, 1889, 342—343.

laugung des Porphyrs zurückzuführen versucht. Die Untersuchung des letzteren hatte geringe Mengen von Blei, Silber und Baryum nachgewiesen. Er stieß dabei sofort auf Widerspruch; ausführlich hat Blow sich gegen diese Auffassung gewandt und einen Absatz der Erze aus Dämpfen und Lösungen im ursächlichen und zeitlichen Zusammenhang mit der Eruption des grauen Porphyrs für wahrscheinlich gehalten.

Die bergmännische Erschließung der Gegend um Leadville und des übrigen zentralen Teiles von Colorado begann im Jahre 1859 und führte zunächst zur Auffindung von Gold im California Gulch, unmittelbar bei dem heutigen Leadville, wo in den ersten Jahren bei der Ansiedelung Oro City bald 3 Mill. Dollars Seifengold gewaschen wurden. Das massenhafte Vorkommen des Weißbleierzes scheint erst im Jahre 1874 erkannt worden zu sein, worauf die Iron-Silver Mining Company den Bergbau am Iron Hill eröffnete und die Stadt Leadville emporwuchs, an deren Stelle noch bis 1877 eine Ansiedelung mit kaum 200 Einwohnern bestanden hatte, während im Jahre 1880 ihre Zahl schon 15000 betrug. Um dieselbe Zeit standen dort über 30 Gruben im Betrieb und 10 große Schmelzwerke produzierten für etwa 65 Mill. Mark Blei, Silber und Gold. Nach Emmons enthielten die Erze damals 20 % Blei mit 0,225 % Silber. Von 1877—1884 betrug die Produktion 3204 kg Gold, 1589283 kg Silber und 278232 t Blei. Die Zunahme der Sulfide veränderte auch hier die Lage beträchtlich. Im Jahre 1903 bezifferte sich die Förderung im Distrikt von Leadville auf 850000 short tons (zu 907 kg), darunter ca. 49000 t Karbonate, 284000 t Sulfide, 80000 t Zinkerz, 209000 t Eisen- und 3800 t Manganerze; der Bergbau soll neuerdings wieder im Aufschwung begriffen sein. Vor der Entdeckung von Cripple Creek war Leadville, das in den 1890er Jahren unter dem Preissturz des Silbers und Bleies sehr gelitten hatte, der bedeutendste Goldproduzent Colorados.[1])

Im **Tenmile**-Distrikt,[2]) 24—32 km südlich von Leadville, herrschen ähnliche geologische Verhältnisse wie dort. Pyrit, bezw. Markasit und Magnetkies, silberhaltiger Bleiglanz, Blende und deren Umwandlungsprodukte sind die Erze. Die Sulfide haben im Liegenden von Tonschiefer auf Verwerfungsspalten eindringend den karbonischen Kalkstein verdrängt oder bilden echte Spaltenfüllungen. Die reichste Grube war die Robinson Mine; nachdem jetzt die silberreichen, im Jahre 1878 entdeckten oxydischen Erzmittel fast ganz abgebaut sind, hat der Distrikt an Bedeutung verloren.

Im **Aspen**-Distrikt,[3]) westlich von Leadville, folgen über dem granitischen Grundgebirge zunächst aus Konglomeraten, Quarziten und Dolomiten bestehende kambrische, silurische und devonische Schichten, darauf der in seinem unteren Teile aus braunem Dolomit, in seinem oberen aus blauem Kalkstein bestehende karbonische „Leadville-Kalk“ und weiterhin karbonische Tonschiefer („Weberschiefer“), Kalksteine und endlich ein mächtiger Komplex von Sandsteinen; Jura und Trias schließen die Schichtenfolge ab. Die karbonischen Ablagerungen

[1]) Mining at Leadville; Eng. Min. Journ., LXIX, 1900, 737.

[2]) Emmons, Tenmile District Special Folio, 1898.

[3]) Spurr, Geology of the Aspen mining district, Colorado; U. St. Geol. Surv. Monogr., XXXI, 1898. — Henrich, Notes on the geology and on some of the mines of Aspen Mountain, Pitkin Co., Colo.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVII, 1889, 156—206. — Newberry, Notes on the geology of the Aspen mining district; ebenda XVIII, 1890, 273—278. — Brunton, Aspen Mountain: its ores and their mode of occurrence; Eng. Min. Journ., XLVI, 1888, 22—23, 42—45. — Siver, The geology of the Aspen, Colo., ore deposits; ebenda XLV, 1888, 195—196, 212.

erreichen hier eine Mächtigkeit von insgesamt 1600, der blaue Kalkstein eine solche von 30—45 m. Spurr unterscheidet zweierlei, wahrscheinlich in der Kreidezeit emporgedrungene Arten von Intrusivgesteinen, Quarzporphyr und untergeordneten Dioritporphyr; erst nach dem Emporsteigen dieser fand die Gebirgsfaltung und -Störung statt. Verwerfungen entstanden sowohl vor wie nach der Bildung der Erzlagerstätten.

Die primäre Erzführung von Aspen besteht aus silberhaltigem Bleiglanz, viel Blende, mehr oder weniger Pyrit und Kupferkies, Antimon- und Arsenfahlerz; diese Erze enhalten ein wenig Kadmium, Kobalt und Nickel; viel Polybasit fand sich auf den Gruben Mollie Gibson und Smuggler. Dazu kommen Pyrargyrit und Silberglanz. Von den sekundären Erzen ist Weißbleierz und Anglesit das wichtigste, erwähnenswert Rotkupfererz und gediegen Silber. Quarz, Schwerspat und Dolomit sind die Gangarten. Im Jahre 1897 ist auf der Smuggler-Grube noch ein Silberblock von 1650 kg Gewicht vorgekommen.[1]) Nach Spurr soll die Umwandlung des Kohlenkalks in Dolomit ebenso wie dessen Anreicherung mit Eisenerz auf eine Zufuhr von Magnesia und Eisen und nicht auf eine Auslaugung zurückzuführen sein. Für die Verbreitung der Erze sind nach Spurr zwei im Liegenden und im Hangenden des Leadville-Kalkes auftretende, von ihm als Verwerfungen bezeichnete Klüfte wichtig. Die Haupterzmittel treten im Durchschnitte dieser mit anderen Spalten auf; in ihrer Nähe ist der Kalkstein teilweise dolomitisiert, Fossilien sind mitunter in Erz umgewandelt. Der Hauptreichtum der Mollie Gibson und Smuggler-Grube bestand in Polybasit, der zu gediegen Silber umgewandelt war.

Andere Blei-Silbererzlagerstätten Colorados, die an Kalksteine gebunden sind, sollen hier nur kurz erwähnt werden, so diejenigen zu **Red Mountain** und Mineral Farm im Ouray County,[2]) in deren Nähe auch in Andesiten verschiedene Bleierzlagerstätten auftreten, **Rico**[3]) und im Eagle County,[4]) wo die Bleierze besonders in Anglesit umgewandelt sind.

Seit 1872 findet im Distrikt von **Park City**[5]) in Utah Silber- und Bleibergbau statt. Das Gebiet liegt im Wahsatch-Gebirge in einer Höhe von

---

[1]) Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLV, 1897, 488.

[2]) Kedzie, The bedded ore-deposits of Red Mountain mining district, Ouray County, Colorado; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 570—581. — Emmons, Structural relations of ore-deposits; ebenda 804—839. — Schwarz, The ore-deposits of Red Mountain, Ouray County, Colorado; ebenda XVIII, 1890, 139—145, Lit. — Eng. Min. Journ., XLVI, 1888, 104—106.

[3]) Ransome, The ore deposits of the Rico Mountains, Colorado; XXII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part. II, 1900—1901, 229—397, bes. 293—294, 368—373. Dieser Aufsatz bringt manche Ergänzungen zu der S. 680—681 gegebenen Schilderung der dortigen Gänge.

[4]) Olcott, Battle Mountain mining district, Eagle Co., Colorado; Eng. Min. Journ., XLIII, 1887, 418, 436—437. — v. Rosenberg, The mines on Battle Mountain, Eagle County Colo.; ebenda LIII, 1892, 545. Weitere Literatur bei Kemp, Ore deposits, 1900, 268.

[5]) Almy, History of the Ontario Mine, Park City, Utah; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 35—37. — vom Rath, Sitzungsber. Niederrh. Ges., 1887, 195—197. —

3000—3500 m, etwa 50 km östlich von Salt Lake City. Park City ist gegenwärtig einer der wichtigsten Bleierzproduzenten der Union. Die Lagerstätten setzen in oberkarbonischen Kalken und darunterliegenden Quarziten auf, welche unter 20—40° NW. einfallen und stellenweise von „Porphyrgängen“ durchsetzt werden. Die wichtigste derselben scheint gegenwärtig eine bis zu 10 m mächtige, geschlossene Masse von silberhaltigem Bleiglanz zu sein, die bald im Kalkstein wenige Meter über dessen Grenzfläche gegen den Quarzit, bald auf letzterem selbst liegt. Außerdem wird das Gebirge von verschiedenen, die Schichten fast senkrecht durchsetzenden, sich oft zersplitternden Erz-Gängen durchsetzt. Auf der Daly West-Grube schneidet ein 3—12 m mächtiger Porphyrgang die flachliegende Erzmasse ab, und diese ist jenseits desselben nicht wieder aufgefunden worden. Auf der Silver King-Grube liegt sie unmittelbar zwischen dem Kalkstein und Quarzit; noch innerhalb dieses letzteren kennt man eine mit dem Haupterzkörper in Verbindung stehende, nach unten sich verschmälernde Erzzone, die bis zu 30 m mächtig wird und im Streichen 270 m, im Fallen gegen 30 m weit verfolgt worden sein soll. Die Erzführung der Lagerstätten von Park City besteht aus silberhaltigem Bleiglanz, Silberglanz, Chlorsilber, gediegen Silber, Blende, Pyrit, Enargit, Kupferglanz und Malachit. Die Verwitterung der Erzmasse in den sehr hoch über der Stadt gelegenen Gruben reicht so tief, daß man noch 100 m unterhalb des 6,5 km langen Entwässerungsstollens, also in beträchtlicher Teufe unter dem jetzigen Grundwasserspiegel sekundäre Erze antrifft.[1]) Damit hängt der hohe Silbergehalt der Lagerstätten zusammen, der in den oberen Teufen 0,15—0,17, auf der 360 m-Sohle bis zu 0,45 % beträgt. In früheren Jahren hat die Ontariogrube, die reichste Silbergrube Utahs, sehr bedeutende Erträgnisse ergeben; sie beliefen sich bis 1897, als sie vorübergehend eingestellt wurde, auf insgesamt 130 Mill. Mark an Blei und Silber. Unmittelbar westlich von ihr bauen jetzt einige andere Minen, deren bedeutendste Daly West ist, auf Silber-Bleierze und untergeordnet auch auf Kupfer. Im Jahre 1902 förderte Daly West 16773 t Blei, 1435 t Kupfer, 99 kg Gold und 136287 kg Silber.

Hier müssen die metasomatischen Erzlagerstätten von **Bingham**[2]) in der Oquirrh Range ihre Stelle finden. Wenn dort auch gegenwärtig hauptsächlich Kupfererze gewonnen werden, die eng an Monzonitintrusionen gebunden sind, so bilden doch offenbar die Lagerstätten dieser mit den dort gleichfalls sehr verbreiteten Bleiglanzvorkommnissen ein geologisches Ganzes und ebenso stehen sie wohl in naher Beziehung zu den Bleikupfererzlagerstätten des unfern südlich

---

Ashburner and Jenney, The Ontario Mine, Utah; Eng. Min. Journ., XXXI, 1881, 365—366. — Warren, The Daly West Mine, Park City, Utah; ebenda LXVIII, 1899, 455—456. — Mitteilungen von Bergingenieur E. Meurer an Bergeat.

[1]) Nach einer Mitteilung des Herrn Meurer sollen oxydische Erze hier bis zu 600 m Teufe vorkommen.

[2]) Boutwell, Keith and Emmons, Economic geology of the Bingham mining district, Utah; Prof. Paper No. 38 U. St. Geol. Surv., 1905. — Boutwell, Ore deposits of Bingham, Utah; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 213, 1902, 105—122. — Ders., Ore deposits of Bingham; ebenda No. 260, 1905, 236—241.

davon gelegenen Tintic-Distrikts. Der Erzdistrikt von Bingham ist schon früher wegen der gangförmigen Bleiglanzlagerstätten erwähnt worden.

Das Gebiet besteht vorzugsweise aus oberkarbonischen Quarziten mit wenig mächtigen Einlagerungen von Kalkstein, die sowohl in vertikaler wie horizontaler Ausdehnung wenig beständig sind. Dazu kommen Gänge, intrusive Lager und Stöcke von Monzonit und Monzonitporphyr, die innerhalb des Lagerstättendistrikts besonders verbreitet sind, und außerhalb des letzteren Andesite von wahrscheinlich mitteltertiärem Alter. Die Schichten bilden eine sehr flache, vielfach durch Verwerfungen gestörte Synklinale. Der Bergbau hat verschiedene Stadien durchlaufen; man bearbeitete zuerst die oxydischen, goldführenden Erze, dann silberhaltige Weißbleierze und oxydische Kupfererze, Bleiglanz- und zuletzt sulfidische Kupfererzlagerstätten. Die Zahl der in den verschiedenen Lagerstätten des Distrikts von Bingham auftretenden Erze ist eine außerordentlich große; Boutwell nennt folgende: Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Buntkupfererz, silberhaltiges Antimonarsenfahlerz, Binnit (?), Kupferglanz, Cuban, Enargit, Arsenfahlerz (selten), Bournonit (?), Kupferindig, Melaconit, Cuprit, Malachit, Kupferlasur, ged. Kupfer, Kupfervitriol und Pisanit, $(Fe, Cu)SO_4 . 7 H_2O$, Bleiglanz, Bleiglätte (?), Weißbleierz, Anglesit, Dufrenoysit, Pyrargyrit (?), Chlorsilber, ged. Silber, Gold, Zinkblende, Zinkvitriol, Eisenglanz, Mallardit ($MnSO_4 . 7 H_2O$), Luckit (manganhaltiger Eisenvitriol); dazu kommen als Gangarten Quarz, Opal, Kalkspat, Dolomit, Gips, Schwerspat und Manganspat.

Die jetzt abgebauten Bleierze des Bingham-Distrikts entstammen zumeist Erzgängen, während besonders in früherer Zeit reiche metasomatische Bleierzmassen den Ruf der Gruben Telegraph, Old Jordan u. a. begründet haben. Diese und die Ausstriche der Bleierzgänge waren auch besonders reich an Silber.[1])

Das Vorkommen von Kupfererzen ist an die monzonitischen Gesteine selbst oder an den Kalkstein in deren Nähe gebunden. Im ersteren Falle tritt das Gemenge von Pyrit, Kupferkies und Quarz samt Tremolit und Epidot in Klüften des zersetzten und zerrütteten Gesteins auf und imprägniert dasselbe. Die reichsten Kupfererzmassen aber finden sich dort, wo der Kalkstein von dem Monzonit durchbrochen und metamorphosiert worden ist. Die Metamorphose führte scheinbar zu einer höheren Kristallinität, wobei mitunter auch grüner Granat gebildet wurde. Neben den genannten Sulfiden findet sich seltener auch Zinkblende und Eisenglanz. In der Highland Boy-Mine ist der marmorartige Kalkstein durchschnittlich 60 m mächtig. Die drei linsenförmigen Erzkörper

[1]) vom Rath, Über das Territorium Utah; Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 1887, 168—213. — Ochsenius, Geologisches und Montanistisches aus Utah; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXIV, 1882, 288—372. — Reyer, Blei- und Silberproduktion von Utah und Bleiproduktion der Ver. Staaten; Berg.- u. Hüttenm. Ztg., XLIV, 1885, 77—80, 85—89. — Burthe, Notice sur les minerais de plomb argentifère de l'Utah; Ann. d. min. (7), V, 1874, 1—37. — Richter, Mitteilungen über einige Zweige der Metall-, namentlich der Blei- und Silberindustrie der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXV, 1877, 77—118, bes. 90—94. — Hollister, Gold and silver mining in Utah; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVI, 1888, 3—18. — Lavagnino, The Old Telegraph Mine; ebenda 25—33.

treten in ihm in beträchtlicher Entfernung über dem liegenden Quarzit längs einer Zone von Spalten auf; der größte erreicht eine Breite von 120 m und eine Dicke von 30 m. Sie fallen schräg zur Schichtung des Nebengesteins ein. Pyrit, Kupferkies, Buntkupfererz und Kupferglanz bilden die Hauptmasse des Erzes, das außer von allerlei Umwandlungsprodukten nur untergeordnet auch von Bleiglanz, Blende und Enargit begleitet wird. Die zu Beginn der Erschließung geförderten, jedenfalls sekundär veredelten Erze enthielten 12 % Kupfer, 3 % Silber (?) und in der Tonne 6 g Gold. Eine ausführlichere Beschreibung der sehr zahlreichen übrigen Gruben des Distrikts hat Boutwell gegeben. Es folgt aus seiner Schilderung, daß die Kupferlagerstätten von Bingham zwar nicht zu den eigentlichen Kontaktlagerstätten gerechnet werden können, daß sie aber immerhin viel innigere genetische Beziehungen zu den Monzoniten zeigen, als die im gleichen Distrikte einbrechenden Bleierzgänge und -Massen.

Der **Tintic**-Distrikt[1]) liegt unter dem 40. Parallelgrad etwa 100 km südlich vom Salzsee und südlich von Bingham am Westabhange der 65 km langen und 8—10 km breiten, 2400 m hohen Kette der Tintic Mountains, welche die Fortsetzung der Oquirrh Range bilden. Wahrscheinlich kambrische, über 2100 m mächtige Quarzite und Tonschiefer werden von etwa ebenso mächtigen Massen von karbonischen Schichten, nämlich dem von dolomitischen, tonigen und quarzigen Bänken gebildeten 1200 m mächtigen Eurekakalk, dem 600 m mächtigen Godivakalk und den 75 m dicken aus Quarziten, Kalken, Sandsteinen und sandigen Schiefern bestehenden Humbug-Schichten bedeckt. Sie bilden eine im ganzen NS. gerichtete Synklinale und wurden in der Tertiärzeit von monzonitischen, andesitischen, rhyolithischen und basaltischen Gesteinen durchbrochen. Anzeichen einer Kontaktmetamorphose zeigen sich längs des Monzonits. Die Eruptivgesteine machen die Hauptmasse der Gesteine aus, die intrusiven Rhyolithe und ganz besonders die Monzonite bilden das Nebengestein zahlreicher Gänge, die Eureka- und Godivakalke beherbergen unregelmäßige metasomatische Lagerstätten in der Form von pipes, chimneys usw. Letztere folgen NS. gerichteten, der Achse der Synklinale parallelen Spalten und scharen sich in drei ebenso gerichtete Zonen zusammen, während die Erzführung der Eruptivgesteine in kurzen, im großen ganzen NO.—SW. streichenden Gängen besteht. Eine dritte, nur nebenbei zu erwähnende Gruppe von Lagerstätten führt kieselige Rot- und Brauneisenerze im Kalkstein, meistens längs sehr stark ausgelaugter eruptiver Gänge.

Die primäre Mineralführung der Lagerstätten besteht aus Quarz, der in den Kalksteinen vorwaltet, aus Pyrit, Kalkspat, Dolomit, Bleiglanz, seltener Zinkblende, Tennantit, Enargit und Kupferkies. Im ganzen ist der silberhaltige Bleiglanz das Haupterz; die Kupfererze fehlen mitunter ganz. Es lehrte die Erfahrung, daß besonders die metasomatischen, bis zu einem gewissen Grade auch die gangförmigen Lagerstätten im Norden vorwaltend blei- und silberführend, im

---

[1]) Tower and Smith, Geology and mining industry of the Tintic district, Utah; XIX. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part III, 1899, 601—767.

Süden goldhaltige Kupfererzlagerstätten sind. Das Silber ist an den Bleiglanz, das Gold an den Enargit gebunden. Tellur ist nachweisbar. Der Reichtum der Tintic-Gruben beruht in der tiefreichenden, in den Kalksteinen bis zu mehr als 360 m unter den Talboden verfolgten Umwandlung der sulfidischen Erze. Sie führte zur Bildung von Freigold, Chlorsilber, gediegen Silber, neben denen auch Silberglanz und Pyrargyrit einbrechen, von Anglesit, Cerussit, Mennige (Pb_3O_4) und einer großen Anzahl von Kupfer- und Eisenarseniaten und -Sulfaten, Oxyden, Schwefel usw. Wismut und Wismutglanz sind in den Erzen gelegentlich anzutreffen. Eureka, Robinson, Mammoth, Silver City und Diamond sind die fünf Bergwerkszentren des Gebiets; bei den drei ersten mehr nördlichen werden hauptsächlich metasomatische, bei Silver City und Diamond gangförmige Lagerstätten abgebaut. Dort liegt auch die älteste, im Jahre 1869 eröffnete Sunbeam-Grube. Die Produktion des Tintic-Distrikts zwischen 1880 und 1896 wird zu 6261 kg Gold, 877550 kg Silber, etwa 3000 t Kupfer und gegen 70000 t Blei angegeben. Im Jahre 1903 ergaben die Gruben der Juab und Utah Counties, denen der Distrikt angehört, 2046 kg Gold, 112300 kg Silber, neben nicht näher bekannten Mengen Blei und Kupfer. Der Tintic-Distrikt ist das wichtigste Bergbaugebiet Utahs.

Die gold- und silberhaltigen Bleilagerstätten von **Eureka** in Nevada[1]) sind 1864 entdeckt und seit 1868 in so großartigem Maßstabe abgebaut worden, daß die Gruben 1883 bereits eine Teufe von 370 m erreicht, 250 Mill. Mark an Edelmetallen ($^1/_3$ davon an Gold) und ungefähr 225000 Tonnen Blei geliefert hatten. Jetzt sind sie bedeutungslos geworden. Der Grubendistrikt liegt auf dem nördlichen Ausläufer des bis zu 2700 m ansteigenden Prospect Mountain, welcher seinerseits einen nordwärts gerichteten Sporn der Diamond Range bildet; er gliedert sich in südnördlicher Folge in die Bergbaue des Prospect Mountain, des Ruby Hill, Adams Hill und Mineral Point. Kambrische, silurische und devonische Gesteine herrschen vor; daneben treten alte Granite, wahrscheinlich mesozoische Quarzporphyre, Rhyolithe und, entfernter von den Gruben, auch noch Hornblendeandesite und Basalte auf. Der Prospect Mountain und der nördlich sich ihm anschließende Ruby Hill bestehen fast nur aus kambrischen Schichten, und zwar gliedern sich dieselben hier von unten nach oben in den Prospect Mountain-Quarzit, Prospect Mountain-Kalkstein, Secret Cañon-Schiefer, Hamburg-Kalkstein und Hamburg-Schiefer. Diese bis zu 2300 m mächtigen Schichten sind in den beiden Bergen zu einem südnördlich streichenden Gewölbe zusammengepresst und hierbei, sowie späterhin, von zahlreichen Längs- und Querspalten durchsetzt und verworfen worden.

Im Ruby Hill, welcher die reichsten Erzmittel umschloß, sind namentlich zwei dieser Spalten von Bedeutung; eine, die sich längs der im Streichen wie im Fallen gebogenen, aber im allgemeinen 40° gegen NO. gerichteten Grenzfläche zwischen dem Quarzit und dem Prospect Mountain-Kalksteine hinzieht, und eine andere, die Hauptspalte, welche einige hundert Fuß weiter östlich in

[1]) Curtis, Silver-lead deposits of Eureka Nevada; Monogr. VII. U. St. Geol. Surv., 1884. — Hague, Abstract of the report on the geology of the Eureka district, Nevada; III. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1881—1882, 237—290. — Ders., Geology of the Eureka district, Nevada; Monogr. XX. U. St. Geol. Surv., 1892. — Keyes, The Eureka lode, of Eureka, Eastern Nevada; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VI, 1879, 344—371. — Raymond, The Eureka Richmond case; ebenda 371—393. — Blake, The ore-deposits of Eureka district, Eastern Nevada; ebenda 554—563.



dem obengenannten Kalkstein zu Tage ausstreicht und 70° NO. einfällt. Diese letztere ist im SO. bis 5 Fuß, im NW. nur einige Zoll mächtig. Dort ist Rhyolith gangförmig in sie eingedrungen, während sie im NW. nur Letten als Ausfüllung zeigt. Von den beiden genannten Spalten wird also eine keilförmige Masse des Prospect Mountain-Kalksteines eingeschlossen. Derselbe ist durch und durch zerrüttet und zerstückelt.

Das Erz findet sich fast auschliesslich in den beiden kambrischen Kalksteinen und am Ruby Hill lediglich innerhalb jenes breccienartig zerborstenen Teiles derselben. Ursprünglich bestand es aus Sulfiden, die auch noch heute in den tieferen, unter dem Grundwasserspiegel gelegenen Erzmitteln vorhanden sind. Hier baute man silberhaltigen Bleiglanz ab, der mit Blende, Pyrit, Arsenkies und etwas Molybdänglanz massig verwachsen ist. In welcher Form das ebenfalls nachweisliche Antimon auftritt, war nicht zu ermitteln. Als Gangarten finden sich, jedoch nur untergeordnet, Calcit, Siderit, Aragonit und steatitartige Substanzen. In den höheren Regionen spielen dagegen sekundäre Produkte die Hauptrolle; vor allen Dingen Anglesit und Cerussit mit sehr reichlichem Brauneisenerz; daneben finden sich Mimetesit, Wulfenit, Calamin und Smithsonit, wenig Malachit und Azurit, Chlor- und Schwefelsilber, sowie Freigold. Die Erze erfüllen teils Spalten, teils bilden sie große stockförmige Massen, welche mehr als 15 m in jeder Dimension haben können. Daneben kommen auch kleinere Erznester vor, welche die mannigfachsten Formen haben und wohl nach allen Seiten hin Ausläufer in den Kalkstein entsenden.

Über den stockförmigen Erzkörpern, die aus oxydierten Erzen bestehen — und das sind die bedeutendsten, die bis jetzt abgebaut wurden —, findet sich fast durchgängig ein im allgemeinen gewölbeartiger, im besonderen aber sehr unregelmäßig gestalteter Hohlraum, der in seinen Dimensionen dem Volumen jener ungefähr proportional zu sein pflegt. Die Erze tragen dann zunächst eine Decke von Sand, Grus und Geröllen, deren Material offenbar vom Tage aus durch Spalten eingeschwemmt worden ist. Das zunächst unter dieser Decke lagernde Erz bildet entweder lose Massen oder es tritt in eigentümlicher, schichtförmiger Anordnung auf. Die einzelnen Schichten sind bald Karbonate, bald Sulfate, mit mehr oder weniger Eisenoxyd und schmiegen sich den Unebenheiten des Untergrundes an. Die unteren Teile der Erzstöcke haben eine mehr kompakte Beschaffenheit. Das alles spricht nach Curtis dafür, daß nicht nur eine nachträgliche Umwandlung der ursprünglich vorhanden gewesenen Sulfide an Ort und Stelle ihrer ersten Ansiedelung, sondern auch noch eine Umlagerung der bereits oxydierten Erze unter Vermittelung unterirdisch zirkulierender Gewässer stattgefunden hat. In dem benachbarten Prospect Mountain sind die sehr ähnlich beschaffenen Erze nicht an die Nachbarschaft des Quarzites geknüpft, sondern sie treten hier inmitten des Kalksteines auf. Der Erzabsatz erfolgte zu Eureka erst nach dem Eindringen des Quarzporphyrs, der mehr oder weniger stark zersetzt und von den erzbringenden Agentien angegriffen ist; es liegt am nächsten, den Gehalt an Edelmetallen, den Curtis auch in diesem Gesteine nachweisen konnte, auf diese letzteren zurückzuführen.

Die an Kalkstein gebundene Lagerstätte der Half-Moon Mine von Pioche in Nevada, welche außer Quarz und Bleikarbonat oxydische Eisen- und Manganerze mit einigem Silbergehalt führt, ist von Wiltsee beschrieben worden.[1]) Die gangförmigen Silbererzvorkommnisse von Austin und Tonopah wurden schon S. 702 erwähnt.

Von sonstigen Silberbleierzlagerstätten Nevadas, die alle an die kristallinen und paläozoischen Gesteine der wasserarmen Bergketten des Great basin gebunden

[1]) Notes on the geology of the Half-Moon Mine, Pioche, Nevada; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 867—873.

sind und mit größerer oder geringerer Sicherheit in Zusammenhang mit der eruptiven Tätigkeit in der Tertiärzeit gebracht werden dürfen, ist zu erwähnen der **White Pine-Distrikt**[1]) unter dem 39° nördl. Br. bei der Stadt Hamilton. Er liegt in einem südlichen Ausläufer der bis zu 1800 m über das hügelige Land ansteigenden Humboldtkette. Es finden sich hier hauptsächlich gefaltete devonische und karbonische Kalke, Kalkschiefer, kieselige Kalke und Tonschiefer, Sandsteine von wahrscheinlich karbonischem Alter und Kohlenkalk; der devonische Kalk herrscht vor und an ihn sind die Lagerstätten gebunden. Am Treasure Hill, dem Mittelpunkt des Ganggebietes unterscheidet Hague viererlei Arten des Erzvorkommens:

1. in steil einfallenden, annähernd OW. streichenden Spalten, welche die den Berg bildende Antiklinale von Devonkalk quer durchsetzen,
2. an der Grenze zwischen dem Kalk und Kalkschiefer,
3. in Lagen oder sehr unregelmäßig gestalteten Nestern längs den Schichtflächen des Kalksteins,
4. auf unregelmäßig auftretenden, die Schichtung des letzteren durchsetzenden Klüften.

Die Lagerstätten führen hauptsächlich Kalkspat und Quarz, der im ersten Falle Bruchstücke des Nebengesteins umhüllt. Das Erz besteht vorwaltend aus Chlorsilber, Bleiglanz, Weißbleierz und Kupferlasur, samt Manganoxyden; Gips, Flußspat, Schwerspat, Rhodonit und Manganspat sind weitere gelegentliche Gangarten. Die Anwesenheit von Arsen haben die Analysen ergeben. Alle vier genannten Arten des Erzvorkommens stehen zueinander in inniger Beziehung und können nebeneinander beobachtet werden. Nach Hague war der den Devonkalk überlagernde Kalkschiefer der Spaltenbildung weniger günstig als letzterer, so daß der Erzabsatz nur bis an die Grenze der beiden Gesteine gelangte und sich längs derselben ausbreiten mußte.

Die Silbererze von White Pine sind im Jahre 1865 entdeckt worden. Die Eberhardt-Grube war die wichtigste des Distrikts und hatte einen enormen Reichtum an Chlorsilber; so hatte schon im Jahre 1866 eine Reicherzmasse von 22 t Gewicht einen Ertrag von ungefähr 500000 Mark ergeben; im Durchschnitt betrug der Wert der Tonne des verarbeiteten ärmeren Erzes dieser Grube im Jahre 1870 gegen 900 Mark.

Die Silbererzlagerstätten von **Lake Valley**[2]) im Doña Aña County (Neumexico) haben geologisch eine gewisse Ähnlichkeit mit denjenigen von Leadville, sind aber arm an Blei. Die paläozoische, im ganzen wenig geneigte Schichtenfolge besteht aus silurischem Quarzit und Kalkstein und aus Schiefern, Knollenkalken, dem „blauen Kalkstein" und Krinoidenkalk des unteren Karbon; letzterer ist 52, der blaue Kalkstein 7 m mächtig. Von Eruptivgesteinen finden sich Rhyolith, als das älteste, Obsidian, Hornblendeandesit, dieser das hauptsächlichste Ergußgestein der Gegend, und der meistens sehr zersetzte „Porphyrit". Besonders letzterer hat eine große Verbreitung in dem Grubengebiet. Die Lagerstätten strichen teils frei zu Tage aus, teils wurden sie in den Gruben längs der Grenze zwischen dem blauen Kalk und dem Krinoidenkalk oder dem „Porphyrit" angetroffen. Nur untergeordnet kamen sie im blauen Kalk selbst vor.

---

[1]) A. Hague, Geology of the White Pine district und Mining and milling in the White Pine district; Geol. Explor. of the 40th Parallel, III, 1870, 409—440.

[2]) Silliman, The Mineral Regions of Southern New Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., X, 1882, 424—444; Eng. Min. Journ., XXXIV, 1882, 199—200, 212—213. — Genth und vom Rath, On the vanadates and jodyrite from Lake Valley, Sierra Co., New Mexico; Am. Phil. Soc., 17. IV. 1885; Ztschr. f. Krist., X, 1885, 458—474; N. Jahrb., 1887, II, — 274 —. — Clark, The silver-mines of Lake Valley, New Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1894, 138—167.

Die Erze waren meistens kieselig und bestanden aus braunem, grauem oder grünem Hornstein und Quarz mit mehr oder weniger Mangan- und Eisenoxyden, samt Chlorsilber; mehr kalkige Erze führten auch Bleiglanz, der häufig pulverig war und einen Silbergehalt von 0,6—1,5 % umschließen konnte. Dazu kamen Embolit, Jodsilber, gediegen Silber, Vanadinit, Endlichit (ein arsensäurehaltiger Vanadinit) und Descloizit ([Pb . OH] (Pb, Zn) VO_4]). Erz von der Apache-Grube enthielt nur Spuren von Blei, 4 % Zn, 18,2 % Mn, 13,9 % Fe, 28,5 % SiO_2 und 0,15 % Ag. Die Lagerstätten wurden im Jahre 1878 entdeckt und bis 1893 abgebaut. Während dieser Zeit ergaben die sieben Grubenfelder ungefähr 150000 kg Silber, wovon die Hälfte auf die an Chlorsilber reiche Erzmasse der Bridal Chamber entfiel. Clark war der Ansicht, daß dieses Silber der früher sehr verbreiteten Porphyritbedeckung des Gebietes entstammen und aus dieser nach abwärts gewandert sein müsse, weil sich in dem (gewöhnlich sehr zersetzten!) Gestein stellenweise ein bis zu 0,003 % betragender Silbergehalt nachweisen ließ. Von dem Galmeivorkommen in der Gegend von Lake Valley soll bei den Kontaktlagerstätten die Rede sein.

Seit zwei Jahren hat sich bei **Magdalena**,[1]) westlich des Rio Grande in Neu-Mexico, ein bedeutenderer Galmeibergbau entwickelt; die Lagerstätten scheinen an verschiedene Horizonte von unterem Kohlenkalk gebunden zu sein und führen auch Blei und Silber. Im Jahre 1904 sollen 20000 t Zinkkarbonat gefördert worden sein.

Zu **Tombstone** in Arizona,[2]) nördlich von Bisbee, führt eine mächtige zersetzte Granodioritmasse über dem Grundwasserspiegel in Klüften Quarz mit Freigold, Chlorsilber, etwas Pyrit, Bleiglanz und Weißbleierz. Erze finden sich auch im Kontakt dieses Gesteins mit einem anlagernden, steil einfallenden Kalkstein und insbesondere als Einlagerung in diesem letzteren längs der Schichtflächen und zwischen diesen überspringend. Vier solche unregelmäßige „chimneys" sind bis zu 45—120 m Teufe abgebaut worden und enthielten vor allem sehr viel Pyrolusit, Wad, Psilomelan, Quarz und Kalkspat und dazu untergeordnete Mengen von Bleiglanz, Weiß- und Grünbleierz, Rot- und Schwarzkupfererz, Silber und ein wenig Gold. Der teilweise an Chlor gebundene Silbergehalt betrug in der Nähe des Ausstrichs 0,09—0,15 %, nahm aber unter 45 m Teufe im allgemeinen ab. Goodale hält es im Gegensatz zu Blake, der den Ursitz der Manganoxyde im Kalkstein erblickte, für wahrscheinlich, daß sie aus Rhodonit oder Manganspat hervorgegangen sind. Da sich der Abbau nur über dem Grundwasserspiegel bewegte, so ließ sich auch die Frage nicht entscheiden, ob etwa, wie aus der Zusammensetzung des Erzes hervorgehen könnte, das Silber ursprünglich an Antimonfahlerz oder an Tellurverbindungen gebunden war. Die Silbererzlagerstätten von Tombstone sind im Jahre 1878 entdeckt worden und gaben bald zu einem so ergiebigen Bergbau Anlaß, daß schon bis 1882 über 30 Mill. Mark Gold- und Silberwert gefördert werden konnten; die gesamte Edelmetallproduktion des Distrikts bis 1903 wird auf etwa 130 Mill. Mark geschätzt. Die sonstigen Gold- und Silbererzlagerstätten Arizonas, wie von Silver King, Prescott, Mohave, Clifton usw. setzen gangförmig in Graniten und

[1]) Große Zinkerz-Ablagerungen bei Magdalena, Neu Mexiko; Berg- und Hütt. Rundsch., 1905, II, 87—88. — Min. Mag. XII, 1905, 109—114.

[2]) Goodale, The occurrence and treatment of the argentiferous manganese ores of Tombstone district, Arizona; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XVII, 1889, 767—777. — Blake, The Geology and veins of Tombstone, Arizona; ebenda X, 1882, 334—345. — Ders., Tombstone and its mines; ebenda XXXIV, 1904, 668—670. — Eng. Min. Journ., XXXI, 1881, 316—317. — Church, The Tombstone, Arizona, mining district; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 3—37.

kristallinen Schiefern auf.[1]) Als eine der aussichtsvollsten Goldgruben in diesem Gebiete lebhafter bergmännischer Versuche bezeichnet Bergingenieur Tovote (Brief an Bergeat) Gold Road im Mohave Co.: „Quarz mit etwas Schwerspat und sehr wenig Kalkspat in „Porphyrit“ im Kontakt mit einem Dioritgang. Der Gang ist 8—20′ mächtig, enthält 7,5—300 g Gold in der Tonne Erz“.

Die reichen Kupfererzmassen Arizonas sind teilweise Kontaktlagerstätten (S. 1181); nach der Schilderung Ransomes gehört das Vorkommen im **Globe-Distrikt**[2]) nicht zu solchen. Die Gruben liegen in der Pinal Range zwischen dem Gila- und Salt-Flusse in etwa 1100 m Seehöhe. Hier und zu Silver King wurde zuerst Silber- und Bleibergbau betrieben, während jetzt fast ausschließlich die reichen oberen Teile von kupferhaltigen Kieslagerstätten abgebaut werden. Über einem von präkambrischen Graniten, Granititen, Dioriten und Monzoniten durchbrochenen Schiefergebirge liegen 240—300 m mächtige Quarzite, Sandsteine, Konglomerate und Schiefer (die Apache-Formation) und weiterhin devonisch-karbonische Kalksteine. Nachkarbonische Olivindiabase und untergeordnete Dioritporphyre durchsetzen in Gängen, Stöcken und intrusiven Lagern sämtliche Schichten, besonders nördlich des Ortes Globe. Die alte Oberfläche wurde zunächst von Breccien und hierauf von Daziten, untergeordnet auch von Basalten und endlich noch in weiter Ausdehnung von Flußablagerungen und Tuffen bedeckt. Kontaktmetamorphose seitens der Diabase und Dazite scheint nicht bekannt zu sein. Die nach Form und Zusammensetzung sehr verschiedenen Lagerstätten setzen in allen Schichten und Eruptivgesteinen mit Ausnahme des Dazits auf, in welchem höchstens sekundäre Erzimprägnationen vorkommen. Es sind größtenteils Gänge, doch haben gerade die an den Kalkstein gebundenen Kupferlagerstätten die reichsten Ausbeuten ergeben; eine dritte wichtige Art des Vorkommens sind Imprägnationen und vererzte Breccien. Die primäre Erzführung besteht hauptsächlich aus Pyrit, welchem Kupferkies, untergeordnet auch Bleiglanz und Zinkblende beigemengt ist, vereinzelt findet sich auch Hübnerit (Manganwolframit). Das frische sulfidische Erz, wie es bei etwa 100 m Teufe angetroffen wurde, soll durchschnittlich 3 % Kupfer, kein Arsen und kein Antimon enthalten. Gangarten sind Quarz und Kalkspat. Hämatit, Brauneisenerz, viel Rotkupfererz, Malachit, Chrysokoll, seltener Kupferlasur bilden die reichen sekundären Massen, in denen gelegentlich auch ein wenig ged. Kupfer, Silber und Gold vorkommt. Die wichtigste Grube ist die Old Dominion. Die an Kalkstein gebundenen Erzmittel treten teilweise längs einer großen Verwerfung auf, von der aus sich die Erze mehrere Meter weit in den Kalkstein hineinziehen, oder sie bilden bis zu 60 m lange, 30 m breite und 18 m hohe, den Schichten des Kalksteins folgende Massen oder reiche Imprägnationen. Stellenweise finden sich die sekundären Erze im Kalkstein unmittelbar unter der Dazitbedeckung.

[1]) Siehe Mineral Industry, XII, 1903, 429—432. — Blandy, The mining region around Prescott, Arizona; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XI, 1883, 286—291. — Yavapai County, Arizona; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 832—833.

[2]) Wendt, The copper-ores of the Southwest; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XV, 1887, 25—77. — Ransome, Geology of the Globe copper district, Arizona; U. St. Geol. Surv. Prof. Paper, No. 12, 1903. — The Globe district, Arizona; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 839—840.



Die Besiedelung und der Bergbau des Distrikts begann im Jahre 1874. Die erste wichtige Grube war die 30 km weiter SSW. gelegene, im Jahre 1887 eingestellte Silbermine Silver King. Die Kupfergewinnung begann im Jahre 1881 und hat bis 1901 54500 t Kupfer ergeben; im Jahre 1904 wurden 7500 t produziert.

Die Blei- und Kupfererzgruben der **Sierra Mojada**[1]) im mexikanischen Staate Coahuila liegen unter 27° 24′ nördl. Br. Die schroffe, etwa 12 km lange Bergkette, an deren Fuß sich die Gruben befinden, steigt 900 m über die Ebene auf und besteht ganz aus dem in diesem Teile Mexikos sehr mächtigen

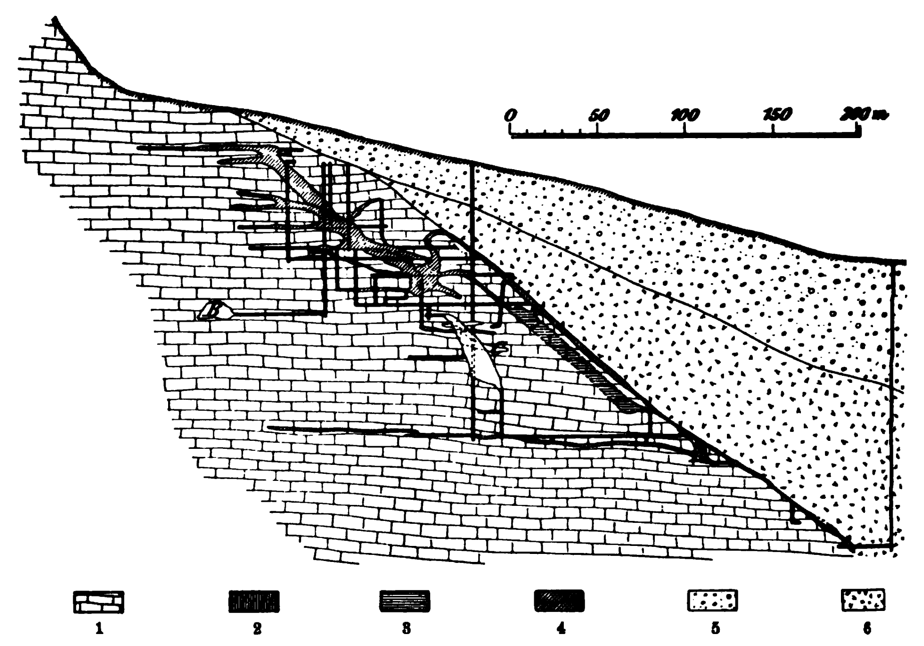


Fig. 234. Profil der San José-Grube in der Sierra Mojada. (Malcolmson, 1902.) 1 Kalkstein, 2 Kupfererz, 3 silberreiche Imprägnationen, 4 Bleierze, 5 Alluvium, 6 Breccie. *A* Kalkiges Bleierz, *B* armes Eisenerz, *C* Eisenerzweitung.

Kohlenkalk, der hier einen durch Verwerfungen gestörten Sattel bildet. Am Fuße der Sierra Mojada und in dem Taleinschnitt zwischen ihr und der ihr nördlich gegenüberliegenden Sierra Planchada findet sich in der Tiefe über dem Kohlenkalk eine aus Bruchstücken saurer Eruptivgesteine bestehende Breccie und darüber Kalksteinkonglomerate (Fig. 234). Die Erzführung des Kalksteins ist auf eine Erstreckung von 4 km hin bekannt. Lagerstätten von Weißbleierz und oxydischen Eisenerzen mit geringem Kupfer- und schwankendem Silbergehalt finden sich längs der Auflagerungsfläche der Breccie auf dem Kalkstein. Mitunter ist aber der Bleigehalt nur ein geringer, wie in der San José-Lagerstätte, die

[1]) Chism, Sierra Mojada, Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XV, 1887, 542—588. — Malcolmson, The Sierra Mojada, Coahuila, Mexico, and its ore-deposits; ebenda XXXII, 1902, 100—139.

140 m weit im Streichen und 160 m im Einfallen zu verfolgen und etwa 3,5 m mächtig war; sie enthielt 4—6 % Kupfer, 40—50 % Gangart, 1—5 % Kalk, nur Spuren von Blei und 0,19—0,22 % Silber. Hier ist nur die Breccie selbst mit dem Erz imprägniert, während die Weißbleierzlagerstätten der Esploradora-Grube von der Grenzfläche her unregelmäßig schlauchförmig in den Kohlenkalk eindringen; Imprägnationen des Kalksteins mit ziemlich viel Kieselsäure, wechselnden Mengen von Schwerspat, etwas Kupfer, Chlorsilber und Zinkerz finden sich entweder unmittelbar unter der Breccie oder in einiger Entfernung davon. Die Bedeutung dieser Lagerstätten beruht in ihrem sekundär angereicherten Silbergehalt. Die erwähnten Imprägnationen sind nur nebensächlich im Vergleich mit den großen Bleikarbonatmassen, welche unregelmäßig gestaltete, bald stock-, bald schlauchförmige, sich gabelnde Einlagerungen im Kohlenkalk bilden und durchschnittlich 0,037 % Silber, 15 % Blei und wechselnde Mengen von Eisen, Ton und kieselige Gangarten enthalten. Bis zu einem gewissen Grade folgen sie der im ganzen schwachgeneigten Schichtung des Kalksteins, durchbrechen sie aber auch in Form von „pipes"; sie erreichen Mächtigkeiten von 0,6—12 m. Die Lagerstätten liegen teilweise etwa 100 m unter der Oberfläche und bestehen fast völlig aus oxydischen Erzen, die aus Sulfiden hervorgegangen sind. Zinkkarbonat tritt in den tieferen Horizonten auf; Zinkblende ist selten, Gold nicht nachweisbar. Bemerkenswert sind stellenweise in Begleitung des Bleierzes auftretende große Massen von Gips und Schwefel, letzterer wird sogar gewonnen.

Die Lagerstätten der Sierra Mojada sind im Jahre 1878 entdeckt worden; schon im Jahre 1886 betrug die Förderung etwa 50000 t, mit mindestens 25 % Blei und 0,06 % Silber. Seit dem Bau der mexikanischen Nordbahn ist sie auf etwa 200000 t gestiegen.

Nachdem die Silberbleierzlagerstätten von **Santa Eulalia,**[1]) 27 km SO. von Chihuahua, schon von 1703—1809 abgebaut worden waren, wird seit ungefähr 20 Jahren neuerdings dort Bergbau getrieben. Sie treten in einem dickbankigen kretazeischen Kalkstein auf, der nach einer Zeit älterer Erosion mit bis zu 550 m mächtigem Dazittuff überschüttet worden ist; letzterer entspricht wahrscheinlich der den Kohlenkalk der Sierra Mojada bedeckenden Breccie. Die Lagerstätten sind gleichfalls denjenigen der Sierra Mojada recht ähnlich, bestehen hauptsächlich aus Weißbleierz mit Resten von Bleiglanz und führen Chlorsilber, Silberglanz, seltener Embolit und Jodsilber. Als ein sehr gutes Beispiel einer echten metasomatischen Lagerstätte erwähnt Weed das Vorkommen von San Domingo, wo sich Hornsteinknollen und Versteinerungen in ähnlicher Lagerung wie im unveränderten Nebengestein durch die Lagerstätte hindurchziehen und Kalksteinblöcke inmitten des Erzes erhalten geblieben sind. Der alte Abbau hat dort ungeheure Weitungen in dem Kalkstein erzeugt.

---

[1]) Weed, Notes on certain mines in the states of Chihuahua, Sinaloa and Sonora, Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXII, 1902, 396—443. — Hill, The Santa Eulalia district, Mexico; Eng. Min. Journ., LXXVI, 1903, 158—160.



Über die wichtigen Bleierzlagerstätten von **Mapimí** im Staate **Durango** hat Naumann[1]) Angaben gemacht. Danach tritt dort das Bleierz in einem System von Schläuchen auf, die das kretazeische Kalksteingebirge durchteufen und deren mächtigster, die sogen. Ojuela, wie ein über 30 m dicker, senkrechter Stamm in dem Gebirge steckt und bis 500 m Tiefe aufgeschlossen worden ist. Sie sind an Spalten gebunden; das Grundwasser liegt noch unterhalb der bis jetzt erreichten Abbauteufen, weshalb die Umwandlung des gold- und silberhaltigen Bleierzes sehr tief reicht. Da in der Nähe der Lagerstätten eruptive Gesteinsgänge auftreten, die nach Beck stellenweise den Kalkstein kontaktmetamorph veränderten, so meint Naumann, daß die mit Erz erfüllten Schläuche ursprünglich vulkanische Durchblasungsröhren gewesen sein könnten. Nach Furman[2]) soll die Zone der oxydierten Erze bis zu 750 m hinabreichen. Nach Beck besteht die primäre Mineralführung hauptsächlich aus Bleiglanz, Arsenkies, Pyrit, Zinkblende und Flußspat; dazu kommen Kupferkies, Boulangerit, Rotgiltigerz, Fahlerz, Antimonglanz, Quarz, Schwerspat, Kalkspat, Manganspat, Braunspat, von sekundären Mineralien Aragonit, Bleiniere, Weißbleierz, Wulfenit, Zinkspat, Kieselzinkerz, Brauneisenstein, Pyrolusit und Antimonocker. Die Erze enthielten um 1898 durchschnittlich 18 % Blei, 0,06 % Silber und 6 g Gold pro t. Die Bleiproduktion Mexikos beträgt rund 100000 t, d. i. $^1/_{10}$ der jährlichen Weltproduktion.

Die wichtigsten Kupferlagerstätten Deutschsüdwestafrikas sind diejenigen von Groß-Otavi, Klein-Otavi, Tschumeb und Guchab im **Otavigebirge**, etwa 60 km von der Grenze gegen Mossamedes im Hererolande gelegen. Aus Kuntz'[3]) Beschreibung geht hervor, daß die offenbar im Ausstriche sekundär veredelten Erze mit Bleiglanz an teils höhlen-, teils schlauchförmige Auswaschungen eines Kalksteines gebunden sind. Das bedeutendste Vorkommen ist dasjenige von Tschumeb am Nordabhange des Gebirges. Kupferglanz, Buntkupferkies und Kupferkies, oberflächlich auch Karbonate samt stellenweise überwiegendem Bleiglanz bilden Butzen und Nester zusammen mit „Sand" innerhalb einer 150 m langen und 30 m breiten Erzzone. Durch den Bau einer Bahn soll die Ausbeutung dieser Lagerstätten gefördert werden.

In Transvaal kommen Bleierzlagerstätten in den untersten Schichten des Malmanidolomits am nördlichen Abhang des Hoogevelds, besonders im Quellgebiet des Klein- und Groß-Maricoflusses, vor. Molengraaff[4]) faßt sie als Ausfüllung von Höhlen auf; er erwähnt von einer bei Niekerks plaats gelegenen Grube Bleiglanz, Zinkblende, Kalkspat, Kieselzinkerz, Zinkspat, Talk, Pyrit, Zinnober, Flußspat und Malachit. Der Dolomit ist rings durchwachsen mit Tremolit.

---

[1]) Zeitschr. der deutsch. geol. Ges., L, 1898, 106—109. — Esuidero, El Partido de Mapimí, Durango; Min. Mex., XXXI, 1892, No. 4 und La mineria en el Partido de Mapimí, Durango; ebenda XXXI, 1897, XXXIV, XXXV, 1899, XXXVIII, 1901. War unzugänglich. — Beck, Erzlagersätten, 1901, 599—600.

[2]) Proc. Col. Sci. Soc. Jan. 1900; zitiert von Emmons, Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 190.

[3]) Kupfererzvorkommen in Südwestafrika; Ztschr. f. pr. Geol., 1904, 404—405.

[4]) Beitrag zur Geologie der Umgegend der Goldfelder auf dem Hoogeveld in der südafrikanischen Republik; N. Jahrb., Beil.-Bd. IX, 1894—95, bes. 256—257. — Ders., Über einige Erz- und Mineralvorkommen in der südafrikanischen Republik Transvaal.; Ztschr. f. Kristallogr., XXII, 1894, 150—156.

Vielleicht gehört zu den metasomatischen Lagerstätten auch das von der afghanischen Regierung abgebaute, bis zu 10 m mächtige, an Kalkstein gebundene Bleiglanzvorkommen von Ghorband bei Frinjal, etwa 80 km NW. von Kabul.[1])

Über das Vorkommen von Bleiglanz-Galmeilagerstätten im Gouvernement Kutais (Kaukasien) hat Zeitlin berichtet.[2])

3. Metasomatische Antimonitlagerstätten.

Die wichtigeren Antimonitlagerstätten Serbiens finden sich bei Krupanj nahe dem westlichen Grenzflusse Drina; ihre Zahl ist sehr groß in der Umgebung von Zajaca und **Kostajnik,**[3]) wo man sie in Abbau genommen hat. Sie sind hier über ein 20—25 qkm umfassendes Gebiet verbreitet und bestehen in quarzführenden Kluftfüllungen in einer Trachytbreccie oder in zusammengesetzten, in Tonschiefer aufsetzenden Gängen oder endlich in lagerartigen, mit büscheligen Antimonitaggregaten durchwachsenen Quarzmassen, die häufig zwischen Kalksteinbänken oder längs der Grenzfläche zwischen einem wahrscheinlich triasischen Kalkstein und Tonschiefer auftreten. Teilweise scheint es, als ob die antimonitführende Quarzmasse durch Weglaugung des Kalksteines entstandene Weitungen an der Grenze zwischen den beiden Gesteinen ausfülle; solche Lagermassen können bis 6 m mächtig werden. Der Antimonglanz zeigt die gewöhnlichen Umwandlungen in Stiblith, Senarmontit, Valentinit und Schwefel, der Quarz ist manchmal drusig, hie und da findet sich auch Strontianit. „Trachyte“ treten gewöhnlich in größerer oder geringerer Nähe der Lagerstätten auf. Nach Antula wird das Antimonerz mitunter auch längs des Kontaktes zwischen den „Trachyten“ und dem Kalkstein angetroffen.

In der Provinz Constantine (Algier) finden sich in Kalksteinen verschiedener Formationen Antimonerze. Die bekanntesten sind die oxydischen Lagerstätten am **Djebel Hamimat** (Sidi-Rgheiß),[4]) 30 km NW. von Aïn-Beïda, von wo die prächtigen Senarmontitkristalle der Sammlungen stammen. Sie treten in bituminösen Mergelschiefern und Kalksteinen des Gault auf und bilden steil einfallende Gänge, die sich in den Mergeln verdrücken, in den Kalksteinen zu unregelmäßigen Massen auftun und sich als besonders reich an der Grenze zwischen den beiden Gesteinen erwiesen haben. Der Senarmontit bildet durchscheinende oder ganz opake derbe steinige Massen von muscheligem Bruch oder besonders in Drusen und Klüften bis zu 2 cm große oktaedrische Kristalle, mitunter mit Antimonit und Rotspießglanzerz. Die Erze werden nur von Ton begleitet, sonstige Gangarten fehlen. Nachdem Coquand eine syngenetische, sedimentäre Entstehung dieser Lagerstätten behauptet hatte, haben Fuchs und de Launay dieselben für ursprünglich aus Antimonit bestehende Hohlraumsfüllungen gehalten; daß der Erzabsatz von einer Metasomatose des Nebengesteins begleitet war, wäre nach ihrer Ansicht aus dem Vorkommen von Stücken des Kalksteins in den Erzmassen zu schließen. Die Lagerstätten des Djebel Hamimat

---

[1]) Collins, The Ghorband lead-mines, Afghanistan; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., VI, 1893—1894, 449—456.

[2]) Gornosavodsky listek, 1903, No. 29—30; übers. Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 238—242.

[3]) Beck nach v. Fircks, Die Antimonlagerstätten von Kostaïnik in Serbien; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 33—36. — Antula, Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 70—73.

[4]) Coquand, Sur les mines d'antimoine oxydé des environs de Sidi-Rgheiß, au Sud-Est de Constantine; Bull. Soc. géol. d. France (2), IX, 1852, 342, zitiert v. Fuchs und de Launay. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 205—206. — Lacroix, Minéralogie de la France, II, 1896, 457—458; III, 1901, 16—17.



wurden zuerst 1850—1852 und zu wiederholten Malen auch späterhin noch vorübergehend abgebaut. Es ist zu bemerken, daß sich bei Sanza, 4 km W. vom Hamimat, ganz analoge, etwas zinnoberführende Vorkommnisse von Stiblith befinden, der aus Antimonit hervorgegangen ist. Antimonitlagerstätten werden im oberjurassischen Diceraskalk am Djebel Taya bei Hammam-Meskutin, östlich von Constantine, ausgebeutet; das Erz kommt in Vertikalspalten, längs der Schichtflächen und an der Grenze des Kalkes gegen Mergel vor und wird von Quarz, Baryt, Bleiglanz, Zinnober und Stiblith begleitet. Der Bleiglanz ist schon zur Römerzeit abgebaut worden.

Es sei daran erinnert, daß auch die großen Antimonitquarzgänge Toskanas nach Lotti von einer so intensiven Verquarzung des Nebengesteins begleitet sind, daß sie mit gewissem Recht auch unter die metasomatischen Lagerstätten hätten gestellt werden können (s. S. 883).

Um das Jahr 1880 wurde etwa 80 km westlich von El Altar[1]) in **Sonora**, Mexiko, ein Vorkommen von Stiblith ($H_2Sb_2O_5$) entdeckt und in Abbau genommen. Die Lagerstätten befinden sich in einer Wüstengegend nahe dem Golf von Kalifornien. Nach Cox besteht das Gebiet hauptsächlich aus unterkarbonischem Kalkstein, der von Granit unterteuft wird und meistens sehr kristallin ist; außerdem tritt Quarzit, Basalt, „Porphyr", „Diorit" und „Trachyt" auf. Als unmittelbares Nebengestein bezeichnet Cox Kalkstein und Quarzit, während Halse dasjenige der von ihm untersuchten Lagerstätten für ein zersetztes Eruptivgestein hält. Es bleibt demgemäß fraglich, ob diese Vorkommnisse wirklich zu den Höhlenfüllungen gehören; nach Halses Beschreibung bilden sie wenigstens teilweise Gänge. Der Stiblith fand sich zunächst in losen Massen auf der Oberfläche; die reichsten Vorkommnisse waren später an Taschen und Nester (bolsas) im Durchschnitt von Gängen gebunden. Das Erz ist teilweise silberhaltig und wird von Quarz begleitet; ob es in der Teufe in Antimonit übergeht, war Halse noch nicht bekannt. Das zu El Altar gewonnene Antimon enthält sehr wenig Arsen, Kupfer und nur 0,5 % Blei. Die großen Erwartungen, die man auf das Vorkommen setzte, scheinen sich nicht erfüllt zu haben; denn die Antimonproduktion Mexikos, die im Jahre 1899 allerdings über 10 000 t betrug, ist im übrigen während der letzten Zeit weit hinter dieser Ziffer zurückgeblieben.

4. Metasomatische zinnerzführende Brauneisensteine.

Die eigenartigen Zinnerzlagerstätten von **Campiglia Marittima**,[2]) 22 km westlich von Massa Marittima und etwa 30 km nördlich der Insel Elba, liegen zwar in nächster Nähe der wenige Kilometer weiter nördlich im Temperinotale

[1]) Cox, Discovery of oxyde of antimony in extensive lodes in Sonora, Mexico; Am. Journ. of Science (3), XX, 1880, 421; Ref. Ztschr. f. Krist., V, 1881, 510; N. Jahrb., 1882, II, — 360 —. — Halse, Note on the antimony deposit of El Altar, Sonora, Mexico; Transact. Fed. Inst. Min. Eng, VI, 1893—1894, 290—294.

[2]) Blanchard, Sulla scoperta della cassiterit a Campiglia Marittima; Proc. verb. R. Ac. Lincei, Sed. 6. II. 1876. — Ders., Sulla miniera di stagno in Campiglia; Trans. R. Ac. Linc. (3). II, 1878, 186. — Church, La scoperta del minerale di stagno in Italia e sua relazione con la lavorazione del bronzo pressi gli antichi; Boll. Com. geol. d'Ital., 1879, No. 7—8, 382—395. — Diese drei zitiert von d'Achiardi, I metalli, II, 529—533. — Braun, N. Jahrb. 1877, 498—499. — Herter, Briefl. Mitt.; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XXIX, 1877, 194. — vom Rath, Über das neu entdeckte Vorkommen des Zinnsteins unfern Campiglia; Sitz-Ber. niederrh. Ges., XXXIV, 1877, 59—63. — Gurlt, Zinn-Vorkommen im Kalkstein; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 324—326. — Bergeat, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätten von Campiglia Marittima (Toscana), insbesondere des Zinnsteinvorkommens dortselbst; N. Jahrb. 1901, I, 135—156. — Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 96—97.



und bei Rocca S. Silvestro erschlossenen, an saure Ganggesteine gebundenen sulfidischen Kontaktlagerstätten, zeigen aber selbst keinen unmittelbaren Zusammenhang mit Eruptivgesteinen. Während jene in mesozoischen, in weiter Ausdehnung zu Marmor umgewandelten Kalksteinen auftreten, läßt sich in der Umgebung der Zinnerzlagerstätten auch eine solche Metamorphose nicht nachweisen. In ihrem jetzigen Zustande bestehen diese nur bis zu geringer Teufe und über dem Grundwasserspiegel erschlossenen Vorkommnisse hauptsächlich aus teilweise sehr dichtem, mitunter aber auch erdigem oder ockerigem, an Mangan sehr armem Brauneisenstein. Dieser tritt an den Cento Camerelle, am Monte Fumacchio und einigen anderen nahe beisammen liegenden Fundorten als Ausfüllung höchst unregelmäßig gestalteter Hohlräume und Spalten in wahrscheinlich mittelliasischen Kalksteinen (Fig. 235 u. 236), etwas weiter südwestlich dagegen am Monte Valerio als ein 1—2 m mächtiger sehr flach einfallender Gang in den oberliasischen phyllitischen Posidonienschiefern auf, die längs desselben gebleicht und zersetzt sind. Der Brauneisenstein enthält das Zinnerz in feinen Einsprengungen oder in dichten Anreicherungen, die teilweise längs der Hohlraumswände bankförmige, kristalline Massen bilden können. Das Mineral wird in der Form des Nadelzinnerzes in Drusen sichtbar, scheint aber dabei doch stets in Zwillings- oder Viellingsverwachsungen aufzutreten. Der Brauneisenstein enthält keine eigentlichen Gangarten, sondern nur etwas Kaolin und Steinmark sowie Kalkspat, der offenbar eine jüngere Bildung ist. Von sonstigen Mineralien konnten nur Spuren von Malachit nachgewiesen werden. Daß der Brauneisenstein höchstwahrscheinlich aus Pyrit hervorgegangen ist, ergibt sich aus dem reichlichen Vorkommen von Pseudomorphosen dieses Minerals in den Klüften und als Imprägnation des Kalksteins und auf sekundärer Lagerstätte in der Umgebung von Cento Camerelle; diese in oxydisches Eisenerz umgewandelten Kristalle enthalten selbst kristallisiertes Zinnerz. Das Zinnsteinvorkommen von Campiglia Marittima bildet eines der wenigen Beispiele für das Auftreten dieses Erzes ohne Begleitung der sonst dafür charakteristischen Mineralgenossenschaft. Liegt auch die Annahme durchaus nahe, daß es im genetischen Zusammenhang mit den stellenweise von großartigen Erzbildungen begleiteten Eruptivgesteinen Elbas und des toskanischen Erzgebirges im allgemeinen steht, so sind doch diese Beziehungen keine so unmittelbaren wie bei den gemeinen Zinnerzgängen.

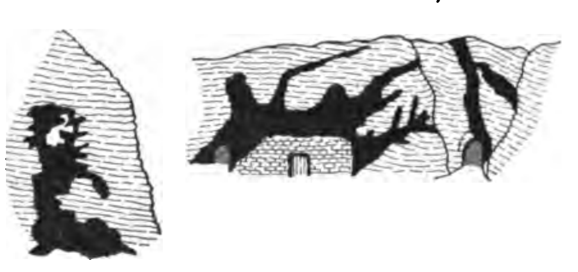


Fig. 235 u. 236. Ausstrich der zinnerzführenden Brauneisenerzlagerstätten an den Cento Camerelle. (Bergeat, 1901.)

Der Zinnstein von Campiglia Marittima ist wohl schon von den Bewohnern der alten Etruskerstadt Populonia gewonnen worden. Nachdem man bereits im Jahre 1873 die Eisensteine wieder in Abbau genommen hatte, erkannte man im Jahre 1875 darin das Zinnerz, von welchem seither mit Unterbrechungen ganz geringe Mengen besonders nach England exportiert worden sind.

II. Die metasomatischen Kontaktlagerstätten.

* Als Kontaktlagerstätten bezeichnete v. Groddeck[1]) im Jahre 1879 solche Erzansiedelungen, die sich im Bereich der von einer Gesteinsintrusion ausgehenden

[1]) Erzlagerstätten, 260.

Kontaktmetamorphose während dieser letzteren gebildet haben. In dieser Definition ist nicht ausgesprochen, daß sich die Lagerstätten im unmittelbaren Kontakte zwischen dem Eruptivgestein und dem umgewandelten Nebengestein befinden müssen, sondern sie bezeichnet nur die Erzansiedelung als eine der Erscheinungen des Kontaktmetamorphismus. Die Erze bilden eine Ausscheidung aus dem eruptiven Magma und sind aus diesem, scheinbar stets unter Metasomatose, in das Nebengestein eingewandert, in dieses übertragen worden. Sie treten im Kontakthofe der Eruptivgesteine auf und ihr wichtigstes Kennzeichen besteht in ihrer innigen Verknüpfung mit Kontaktmineralien, mit denen sie durchwachsen und verwachsen sind. Das Nebengestein der Kontaktlagerstätten bilden fast ausnahmslos Kalksteine und kalkreiche Gesteine. Sie sind darin begleitet von den als Kontaktmineralien bekannten Kalksilikaten oder geradezu an solche Teile der Kalksteine gebunden, welche an jenen Silikaten besonders reich sind und mit diesen mehr oder weniger gleichzeitig entstanden. Es gehört zum Wesen echter Kontaktlagerstätten, daß sie gewöhnlich gruppenweise in dem Kontakthofe angetroffen werden, während außerhalb desselben ähnliche Lagerstätten fehlen. Sie sind eine unmittelbare Folge der Magmaintrusion und ihre besonderen mineralogischen Eigenheiten und die besondere Art ihrer häufig von einer intensiven Verdrängung des Nebengesteins begleiteten Ansiedelung eine Folge der Magmanähe und damit einer besonderen Reaktionsfähigkeit der die Lagerstätten bildenden Agentien. Sie verhalten sich zu den gewöhnlichen metasomatischen Lagerstätten ähnlich wie die pneumatolytisch hydatogenen Gänge zu den hydatogenen, und zwischen beiden Arten der metasomatischen Lagerstätten im weiteren Sinne dürfte deshalb wohl kaum eine scharfe Trennung möglich sein. Man wird solche Erzansiedelungen, die im Kontaktbereich eines Eruptivgesteins und vielleicht sogar zusammen mit Kontaktmineralien auftreten, nicht als Kontaktlagerstätten bezeichnen, wenn sie nachweislich jünger sind als die Metamorphose. Auch gehören dahin nicht diejenigen metasomatischen Lagerstätten, die sich wie zufällig längs der Grenze zwischen Kalksteinen und eruptiven Durchbrüchen angesiedelt haben, ohne in ihrer mineralogischen Zusammensetzung eine unmittelbare Beziehung zu deren Eruptivgestein erkennen zu lassen. Solche sind beispielsweise das Bleiglanzvorkommen von Rodna, manche serbische und zahlreiche metasomatische Bleiglanzlagerstätten des nordamerikanischen Westens (s. S. 1008).

Die auf den Kontaktlagerstätten einbrechenden Erze sind vorzugsweise der mitunter titanhaltige, auch wohl ziemlich manganreiche Magnetit, weniger häufig Roteisenerz und Eisenglanz, sowie Kupferkies. Der letztere bricht hier samt seinen mannigfachen Umwandlungsprodukten stellenweise so massenhaft ein, daß viele dieser Lagerstätten zu den reichsten Kupfererzvorkommnissen zählen; darin besteht ein wichtiger Unterschied gegenüber den gewöhnlichen metasomatischen Lagerstätten. Pyrit und besonders auch Magnetkies sind sehr verbreitet und manchmal abbauwürdig; dasselbe gilt vom Arsenkies und insbesondere vom Arsenikalkies; letzterer wird bei Schwarzenberg und zu Reichenstein, hier wegen seiner Goldführung, gewonnen. Bleiglanz und Zinkblende sind wohl stets vorhanden, mitunter gleichfalls in überwiegender Menge; doch treten

sie meistens gegenüber dem Eisen- und Kupfererz zurück. Gewisse Vorkommnisse von Kobaltglanz scheinen zu den Kontaktlagerstätten zu gehören. An der häufig recht mannigfaltigen Erzführung beteiligen sich da und dort u. a. noch Wismut, Wismutglanz und andere Wismutverbindungen, Molybdänglanz, Antimonit, Nickelerze, Fahlerz, seltener Zinnerz und Gold. Der Mineralienreichtum mancher Kontaktlagerstätten erinnert an den vieler Erzgänge, wobei freilich noch zu entscheiden wäre, ob es sich wirklich um genetisch koordinierte Gebilde handelt. Im ganzen scheint der Magnetit zu den ältesten Mineralien der Kontaktlagerstätten zu gehören und nachweislich überdauerte mitunter die Ansiedelung der Sulfide noch die Herausbildung der Kontaktmineralien so lange, daß sie von einer Umwandlung und molekularen Umlagerung dieser begleitet werden konnte. Über die Altersfolge der Erze liegen im ganzen nur wenige exakte Beobachtungen vor, die weiter unten erwähnt werden sollen.

Nur selten hat die Erzansiedelung in anderen als in Kalksteinen stattgefunden, so im Christianiagebiet, wo teilweise chiastolith- und skapolithführende Schiefer und Grauwacken zum Nebengestein der Erze geworden sind.

Die an Kalksteine gebundenen Kontaktlagerstätten sind fast ausnahmslos durch das Einbrechen von Granat gekennzeichnet, der indessen denjenigen von Campiglia Marittima, welche auch im übrigen gewisse Eigenheiten aufweisen, zu fehlen scheint. Diopsidartiger Augit, Strahlstein, Tremolit, der häufig nachweislich aus letzterem hervorgegangen ist, Epidot, Glimmer, teilweise sekundärer Chlorit, Vesuvian, Serpentin, seltener Wollastonit und manchmal Feldspat sind weitere in den Lagerstätten einbrechende Silikate. Andere Spinelle als Magnetit scheinen selten zu sein. Quarz ist häufig mit den Sulfiden eingewandert, Flußspat durchwächst innig die Erze von Campiglia Marittima, ist aber im übrigen als eigentliches Kontakmineral nicht häufig. Der Ilvait, $[SiO_4]_2[Fe . OH]Fe_2Ca$, bricht massenhaft auf den Kontaktlagerstätten von Campiglia Marittima, sowie stellenweise auf Elba und zu Kupferberg in Schlesien ein, scheint aber meistens ganz zu fehlen. Das spärliche Auftreten von Turmalin, Apatit und Orthit (Allanit) (d. i. ein cerhaltiger Epidot) weist manchmal auf die nahen Beziehungen dieser Lagerstätten zu den Eruptivgesteinen hin. Der borhaltige Ludwigit, $3MgO . FeO . Fe_2O_3 . B_2O_3$, kommt zu Dognácska in größerer Menge vor. In vielen Fällen ist es zweifellos, daß auch diejenigen Kontaktmineralien, welche man sonst als Produkte einer molekularen Umlagerung des im Kalkstein vorhandenen Stoffvorrates zu betrachten gewohnt ist, wie der Granat und der Diopsid, gleichfalls wenigstens einen Teil ihres chemischen Bestandes einer Stoffzufuhr zu dem Gesteine verdanken. Soweit Analysen vorliegen, sind manche Granate der Kontaktlagerstätten nicht Grossular, sondern Kalkeisentongranate oder sogar Kalkeisengranate. Des weiteren spricht das gangförmige Vorkommen der Silikate und manche andere Erscheinungen mitunter für ihre Zuwanderung.

Die Erzführung ist gewöhnlich eine absätzige und nach Art und Menge der Erze häufig sehr unregelmäßige. Auf derselben Lagerstätte wird deshalb nicht selten in verschiedenen Gruben verschiedenes Erz gewonnen. Eine drusige Beschaffenheit ist sehr häufig. Diese Lagerstätten bilden deshalb vielfach berühmte Fundorte schön kristallisierter Mineralien.

Die Kontaktlagerstätten sind ein wichtiges Beispiel für den innigen Zusammenhang zwischen epigenetischer Erzbildung und eruptiven Intrusionen. Der Vorgang der Erzübertragung aus dem Magma in das Nebengestein ist schwierig zu erklären. Da die Erze echter Kontaktlagerstätten niemals gangförmig in dem Eruptivgestein vorkommen, in dessen unmittelbarer Berührung sie auftreten, so können sie nicht wohl jünger sein als dieses. Andererseits finden sich aber auch scheinbar fast nie Breccien des Erzes in dem letzteren. Daraus folgt, daß Erz und Eruptivgestein mehr oder weniger gleichalterige Bildungen sind. Eine ausführlichere Besprechung der Lagerstätten von Campiglia Marittima wird weiter unten zeigen, daß dort das Silikatsulfidgemenge vor seiner Verfestigung sich in einem ähnlichen Zustand befunden zu haben scheint, wie das begleitende Eruptivgestein. Dämpfe und besonders Wasserdampf mögen bei der Ansiedelung der Erze eine große Rolle gespielt haben, während wenigstens für die ersten Phasen derselben die Beteiligung wässeriger Lösungen wegen der hohen Temperatur ausgeschlossen gewesen sein muß. Auffällig ist auf diesen Lagerstätten die im allgemeinen untergeordnete Verbreitung solcher Mineralien, welche auf pneumatolytische Prozesse hinweisen könnten. Nur saure und mittelsaure, kali- oder natronreiche Gesteine, also vor allem Granite, Syenite, quarzführende und quarzfreie Diorite und die entsprechenden alten und jungen Ganggesteine scheinen zur Erzeugung von Kontaktlagerstätten befähigt gewesen zu sein.

In manchen Gebieten treten die in Rede stehenden Lagerstätten nicht nur im Kontakt zwischen den Eruptivgesteinen und Sedimenten, sondern auch weitab vom Ausstriche der ersteren im Kontakthofe auf, mitunter sind sie überhaupt nicht im unmittelbaren Kontakte bekannt. Da sie fast stets an Kalksteinlager gebunden und unter Verdrängung dieser entstanden sind, so besitzen sie in solchen Fällen gern selbst die Form von Linsen oder Flözen und zeigen sogar eine auffällige Parallelstruktur. Es ist schon früher auf die große Ähnlichkeit zwischen den Kontaktlagerstätten und den von „Skarn“ begleiteten und an Kalksteine gebundenen Magneteisensteinlagern vom Persberger Typus hingewiesen worden (S. 128 u. 167), die man noch ziemlich allgemein für sedimentäre, regionalmetamorphe Ablagerungen hält; die Frage nach der Entstehung dieser Eisenerzlager ist zweifellos noch nicht endgültig beantwortet.

Zugunsten der Auffassung, daß manche schwedische Magnetitlager, in deren Nähe so häufig Granite auftreten, Kontaktlagerstätten sind, könnte die scheinbar nicht seltene, unregelmäßige Imprägnation derselben mit Pyrit und anderen Sulfiden sprechen. Als eine jüngere selbständige Ansiedelung im zerrütteten Kalkstein und Skarn, also als eine zweifellose Spaltenfüllung, ist aber nach Becks[1]) Beschreibung gerade die bemerkenswerteste derartige Sulfidlagerstätte Schwedens, nämlich diejenige von Kallmora, zu betrachten. Dort tritt schwach silberhaltiger Bleiglanz, Pyrit, Kupfer- und Arsenkies samt Flußspat, Kalkspat, Quarz und Asphalt im zertrümmerten Granatskarn und Magneteisenstein auf;

---

[1]) Erzlagerstätten, 1903, 454—455. — Ders., Über einige mittelschwedische Eisenerzlagerstätten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 2—4.

Beck nimmt an, daß diese Einwanderungen erst nach Eintritt tektonischer Störungen stattgehabt haben. Kallmora hat im Jahre 1904 noch 392 t solcher Bleierze gefördert.

Daß Spateisenstein- und Roteisenerzlager in Kontakthöfen zu Magnetitlagern umgewandelt worden sein können, wobei sich als Lagerart Granat einstellt, wurde schon S. 104 gesagt. Außer den dort erwähnten Beispielen könnten noch solche genannt werden, die Barrois[1]) aus der Bretagne beschrieben hat.[2]) Nur für solche Vorkommnisse kann selbstverständlich die Bezeichnung „kontaktmetamorphe Lagerstätten" angewandt werden.

Die Magneteisensteingruben von **Schmiedeberg**[3]) in Schlesien, am Ostfuße des Riesengebirges, 4 km von der böhmischen Grenze nahe der Wasserscheide des Gebirges gelegen, finden sich unmittelbar benachbart porphyrartigem jüngerem Biotit-Granit. Das dem Granit in dem engeren Gebiete nach Süden und Osten teils mantelförmig angelagerte, teils an ihm abstoßende, im Kontakte im ganzen nur wenig veränderte Schiefergebirge besteht aus dem sog. Schmiedeberger Gneis, der nach Berg ein großenteils gestreckter Granit, wahrscheinlich archäischen Alters ist, und aus zwei bis drei Zonen kristalliner Schiefer. Eine von vorwaltenden Glimmerschiefern gebildete Einlagerung durchzieht im Südwesten den Gneis und teilt sich nahe dem Granit in zwei Zungen, deren östliche in ihrer nördlichen Endigung (der „Erzzone" Weddings) die Erzlagerstätten führt. Im Südosten und Osten wird das Gebirge von Glimmerschiefern gebildet, die nahe dem Gneise dolomitische Kalksteineinlagerungen enthalten und im Hangenden mehr und mehr zu den Hornblende- und Chloritschiefern werden, die weiterhin gegen NNO. längs des Granitrandes bis Kupferberg und Rudolstadt und andererseits bis Schatzlar gegen Süden zu verfolgen sind. Für das Auftreten der Schmiedeberger Erzlagerstätten sind diese ohne Belang.

Die „Erzzone" ist reichlich 1 km lang und ungefähr 100 m breit. Sie besteht hauptsächlich aus Kalksteinen und Amphiboliten, daneben auch aus Biotitschiefern, Muskovit- und Augitschiefer, serpentinartigen Schiefern und Kalksilikatfelsmassen. Aplitische Einlagerungen, z. T. mit einem merkwürdigen Topasgehalt, führt Berg nicht auf den benachbarten porphyrartigen Granit, sondern auf den gestreckten Granit (Schmiedeberger Gneis) zurück. Der Kalkstein ist häufig lager- oder auch nesterweise von Granat, farblosem, salitartigem Pyroxen, Epidot, Biotit oder noch häufiger Muskovit, oft auch von verworren schuppigen Aggregaten von Chlorit durchwachsen. Als gelegentliche Begleiter des Chlorits gibt Berg Skapolith und Spinell an; Magnetit, Pyrit, seltener auch

---

[1]) Ann. soc. géol. du Nord (2), XII, 1884, zitiert von Zirkel, Petrographie, 1894, III, 585.

[2]) Siehe auch Klockmann, Über kontaktmetamorphe Magnetitlagerstätten, ihre Bildung und systematische Stellung; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 73—85. — Schmidt und Preiswerk, Die Erzlagerstätten von Cala, Castillo de las Guardas und Aznalcollar in der Sierra Morena; ebenda 225—238.

[3]) Wedding, Die Magneteisensteine von Schmiedeberg, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XI, 1859, 399—433. — Berg, Die Magneteisenerzlager von Schmiedeberg im Riesengebirge; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst. f. 1902, 200—267.

Flußspat und Quarz finden sich auf Klüften und Fugen des Kalksteins. Granat, Pyroxen, Epidot, Chlorit, Vesuvian, seltener Hornblende, Titanit und Glimmer bilden in größerer Verbreitung skarnartige Einlagerungen in der Erzzone. Der Magneteisenstein ist bald ganz rein, bald bis zur Unbrauchbarkeit mit Pyrit durchwachsen oder von Kalkspatadern durchzogen und mit Silikaten, vor allem stets mit Chlorit und Biotit durchsetzt. Als „Riegel" werden feldspatreiche, die Erzzone durchdringende Pegmatitgänge bezeichnet, die in ihren mächtigeren Vorkommnissen besonders an den Salbändern sehr grobkörnig entwickelt sind und z. T. Flußspat und ziemlich viel Apatit führen. Sie durchsetzen als fast horizontale Platten die Schichten, ohne eine merkliche Kontaktmetamorphose hervorgerufen zu haben und sind jünger als die Eisenerze. Alle Gesteine der Erzzone sind in ihrer Verbreitung unbeständig, gehen vielfach ineinander über und sind stark gestört. Dies gilt auch für die mehrfach sich wiederholenden, z. T. absätzigen Magneteisensteinlager. Ihre mittlere bauwürdige Mächtigkeit beträgt 2—3 m; gewöhnlich sind sie zwischen Kalkstein und Biotit- oder Hornblendeschiefer eingelagert, wobei Granatfels zwischen dem Kalkstein und dem Magneteisenstein auftreten kann. Pyrit und Magnetkies, viel untergeordneter auch Kupferkies und Arsenkies bilden in unregelmäßigen Adern, Linsen, Nestern und Schmitzen auch selbständige Ansiedelungen in dem Gestein und sind wahrscheinlich stets die jüngsten Mineralbildungen der Erzzone.

Berg hält die Gesteine der Erzzone für umgewandelte Kalk- bezw. basische Eruptivgesteine und glaubt, bei der Kontaktmetamorphose hätte sich der in letzteren enthaltene Eisengehalt konzentriert, indem „angeregt von Kontaktwirkungen" eine Auswanderung von Kieselsäure aus jenen stattgefunden habe. Klockmann[1]) ist geneigt, eine kontaktmetamorphe Umwandlung präexistierender Eisensteinlager anzunehmen.

Der Schmiedefelder Eisenerzbergbau ist sehr alt; die Stadt wurde im XII. Jahrhundert gegründet. Die Bergfreiheit-Grube hat jetzt eine Tiefe von 415 m erreicht, die Förderung betrug im Jahre 1904 35000 t. Ähnlich wie die Schmiedeberger sind nach Krusch auch gewisse Lagerstätten bei Kupferberg, auf denen auch Ilvait einbricht (S. 816).

Die goldhaltigen Arsenikalkieslagerstätten von **Reichenstein**[2]) in Schlesien müssen hier erwähnt werden. Ein 10—40 m mächtiger, aus dolomitischem, mit

---

[1]) Über kontaktmetamorphe Magnetitlagerstätten, ihre Bildung und systematische Stellung; Ztschr. f. pr. Geol., 1904, bes. 84—85.

[2]) Ville, Mémoire sur la fabrication des products arsénicaux à Reichenstein; Ann. d. mines (4), XI, 1847, 77—104. — Roth, Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom niederschlesischen Gebirge, 1867, 204—207 (nach Zobel). — v. Zepharovich, Über die Erzlagerstätten von Reichenstein; Lotos, XVII, 115—126, nach Websky; Ref. N. Jahrb., 1868, 78—79. — C. Güttler, Über die Formel des Arsenikalkieses zu Reichenstein i. Schles. und dessen Goldgehalt; Inaug.-Diss., Breslau 1870. — H. Güttler, Reichenstein, Arsenik-Berg- u. Hüttenwerk, 1893; Ref. Berg.- u. Hüttenm. Ztg., LII, 1893, 264—265. — Hare, Die Serpentinmasse von Reichenstein und die darin vorkommenden Mineralien; Inaug.-Diss., Breslau 1879. — Faulhaber, Die ehemalige schlesische Goldproduktion mit besonderer Berücksichtigung des Reichensteiner Berg-

viel Quarz durchwachsenem Kalkstein, aus Diopsid-, Tremolit- und Chloritmassen und vor allem aus Serpentin bestehender Gesteinskomplex ist auf der Grube Reicher Trost am „Goldenen Esel“ in Glimmerschiefer eingelagert und über 1200 m weit zu verfolgen. Der Kalkstein selbst ist mit weichen serpentinähnlichen, teilweise aus zersetztem Glimmer bestehenden Massen durchsetzt. Der Arsenikalkies samt Leukopyrit (Fe_2As_3 mit 66,8 % As) und Arsenkies durchwächst den Serpentin bald in feiner Imprägnation, bald in derben Massen und wird außerdem von Magnetit und Magnetkies begleitet. Ferner werden Bleiglanz, Kupferkies, Blende, Schwefelkies und Eisenglanz genannt, die als Spaltenfüllungen auftreten. Auch wird Flußspat und Kobaltblüte angetroffen. Der Goldgehalt im reinen Arsenikalkies schwankt zwischen 5 und 35 g in der Tonne. Websky hat den Serpentin für ein umgewandeltes Feldspataugitgestein gehalten, das beim Durchbruche durch den Kalkstein die Bildung von Kontaktmineralien bewirkte, die dann später selbst zu Serpentin verwandelt wurden. An dem vorliegenden Stufenmaterial[1]) zeigt sich sehr deutlich, daß der Kalkstein (Dolomit) selbst mit Serpentin aufs feinste durchädert, gleichsam mit ihm injiziert ist, und daß die Arsenerzführung sowohl mit der Serpentin-, als auch mit der Diopsidbildung im genetischen Zusammenhang steht. Injektionen von Orthoklasgesteinen finden sich im Liegenden der Diopsidmasse innerhalb der Glimmerschiefer (Gneisglimmerschiefer), Granit fehlt nicht in der Umgebung von Reichenstein.

Die Grube Reicher Trost förderte im Jahre 1904 3526 t Arsenerz; aus den Abbränden wurden in der Goldscheideanstalt 48 kg Gold gewonnen. Der Reichensteiner Goldbergbau reicht vielleicht bis ins XIII. Jahrhundert zurück und blühte um den Anfang und die Mitte des XVI. Jahrhunderts. Der neuere Bergbau datiert seit 1850.

In der Umgebung von **Schwarzenberg**[2]) im Erzgebirge sind früher viele, teilweise magneteisensteinführende Erzlager mit wechselnden Mengen von Zink-

reviers; Bresl. Inaug.-Diss., 1896. — Poleck, Schles. Ges. vaterl. Kult., 16. VI. 1897; Ref. Chem. Ztg., XXI, 1897, 591; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLV, 1897, 514—515. — Ferner Ahrens, Schlesiens chemische Industrie und die technische Hochschule in Breslau, 1898; darnach Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 147. — Pošepný, Arch. f. prakt. Geol., II, 1895, 322—331. — Sachs, Die Bodenschätze Schlesiens, 1906, 10—11, 51—53, Lit.

[1]) * Unmittelbar vor der Drucklegung dieser Seiten kommt mir sehr reiches Sammlungsmaterial von Reichenstein durch stud. Wienecke zu. Trotzdem eine eingehende mikroskopische Durcharbeitung nicht mehr möglich ist, trage ich nach dem, was ich gesehen habe, doch keinen Zweifel, daß es sich um eine echte Kontaktlagerstätte handle und vermute, daß sie in genetischer Beziehung zu den dortigen Graniten steht. *

[2]) Jokély, Zur Kenntnis der geologischen Beschaffenheit des Egerer Kreises in Böhmen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VIII, 1857, 61—65. — v. Beust, Über die wahre Bedeutung der sogen. Erzlager bei Schwarzenberg; Gangstud., III, 1860, 224 bis 229. — H. Müller, Der Erzdistrikt von Schneeberg; ebenda 1—223, bes. 177—181. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 37—42. — Schalch, Erl. z. Sekt. Schwarzenberg und z. Sekt. Johanngeorgenstadt d. geol. Spezialk. v. Sachs., 1884 und 1885. — Dalmer, Die Erzlager von Schwarzenberg im Erzgebirge; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897,



blende, Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Arsenkies, Arseneisen, untergeordnet auch silberarmem Bleiglanz abgebaut worden. Jetzt ruht der Bergbau dort fast ganz. In dem Gebiete herrschen granat- oder feldspatführende Muskovitschiefer und Gneisglimmerschiefer, denen Amphibolite und Kalksteinlager eingeschaltet sind. Diese gehören dem Glimmerschieferkomplex an, welcher die Kuppel des Schwarzenberger Augengneises, der nach Beck ein primär gestreckter Granit ist, mantelförmig überlagert. Ein junger Granitstock durchbricht die ganze Schichtenfolge, deren oberstes Glied von Phylliten gebildet wird. Die Erzlager sind unmittelbar an Salit-Granatfels und an Strahlsteinmassen gebunden und ringförmig in zwei konzentrischen Zonen um die Augengneiskuppel und den jüngeren Granit angeordnet. Sie werden mehrfach von Glimmerdiorit- und Syenitgängen durchsetzt. Von den etwa 40 verschiedenen Lagerstätten sind zuletzt von Beck mehrere ausführlich beschrieben worden.

Die bis zu 2 m mächtige Hauptlagerstätte der Grube Gelbe Birke am Fürstenberg ist an Gneisglimmerschiefer gebunden und besteht aus einem von Bänken und Linsen von Kalkstein begleiteten Lager von strahlsteinartiger Hornblende und daraus hervorgegangenem Epidot; die Hornblende und der spärliche gelbe Granat samt Quarz werden als Umwandlungsprodukte von Salit betrachtet. Der Kalkstein enthält Muskovit mit Zirkoneinschlüssen, Granat, Titanit usw. Erze sind Kupferkies, Zinkblende und Bleiglanz, gelegentlich finden sich auch Helvin ($(Mn, Be, Fe)_7 S [SiO_4]_3$), Magnetit und Zinnerz. Auf der Neuen Silberhoffnung Fundgrube im Groß-Pöhlaer Lagerzug wurden zwei von Arseneisen, Bleiglanz und Blende begleitete, 2,5 bezw. 1,5—2 m mächtige Magneteisensteinlager abgebaut. Auf Klüften und Drusen sind Helvin, Greenockit, Kieselzinkerz, Magnetitkristalle in ∞0 usw. vorgekommen. Am Paulus-Knochen bei Erla ist das „Erlanfels"-Lager, d. i. ein dichtes Gemenge von Pyroxen, Feldspat, Vesuvian, Epidot, Rutil, Titanit, Biotit, Muskovit, Zoisit und Quarz, mit brauner Blende, Bleiglanz, Schwefel- und Kupferkies durchwachsen. Der alte Bergbau folgte einigen, den Erlanfels durchsetzenden Gängen. Auf der Grube St. Christoph bei Breitenbrunn geht seit neuerer Zeit wieder Bergbau um. Die Lager gehören hier verschiedenen Horizonten an; sie finden sich nahe der oberen Grenze des kristallinen Schiefergebirges gegen die Phyllite hin völlig konkordant im Muskovit- und Gneisglimmerschiefer und teilweise im Kontakthof des westlich gelegenen Eibenstocker Granitmassivs. Das unter 20—40° SW. einfallende Hauptlager ist auf 1200 m Länge und stellenweise bis zu 300 m Teufe erschlossen worden. Es besteht in der Hauptsache aus einem magnetitführenden Granat-Amphibol-Pyroxengestein, in welchem in ungleichmäßiger Verteilung Zinkblende, Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Arseneisen, Bleiglanz und Zinnstein nebst Gangarten vorkommen. Entsprechend der im Streichen und Fallen wechselnden Erzführung haben auch die auf dem Lager arbeitenden Gruben zu verschiedenen Zeiten verschiedene Erze gefördert. Die Magneteisensteine sind häufig von Sulfiden durchwachsen, deren Einlagerung im allgemeinen eine parallelstreifige, häufig auch eine butzenförmige ist. Während in den Jahren 1881—1892 auf dem Christopher Lager nur Magneteisenstein bis zu einem Höchstbetrage von 856 t im Jahre 1883 gefördert worden war, hat sich der Bergbau der letzten Betriebsperiode seit 1901 fast nur mehr mit der Gewinnung des Arseneisens befaßt. Als Christophit hat

265—272. — Beck, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LII, 1900, Verh. 58—60. — Ders., Erzlagerstättenlehre, 1901, 457—464. — Ders., Über die Erzlager der Umgebung von Schwarzenberg im Erzgebirge; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Kgr. Sachs. auf das Jahr 1902, A. 51—87; 1904, A. 56—96; zitiert weitere Lit. und die handschriftlichen Arbeiten H. Müllers aus den Jahren 1849 und 1859. — Frenzel, Mineralogisches Lexikon für das Königreich Sachsen, 1874.



Breithaupt eine schwarze Zinkblende mit über 18 % Fe und 2,66 % Mn bezeichnet. Außer den verschiedenen Kalktonerdesilikaten fanden sich zu Breitenbrunn noch Axinit, Turmalin, Apatit, Flußspat, Zinnstein und Ferrowolframit, die den durchsetzenden Zinnsteingängen entstammen.

Die Entstehung der in sehr verschiedenen Horizonten auftretenden Schwarzenberger Erzlager ist sehr verschieden gedeutet worden. v. Cotta hat die Grünsteine für eruptiv gehalten und die Erzführung mit deren Eruption in Zusammenhang zu bringen gesucht. Schalch betrachtete sie als schichtige Lager und Stelzner hielt gleichfalls eine sedimentäre Entstehung dieser Lagerstätten, die nach seiner Meinung mit denen am Schneeberg in Tirol, zu Persberg, Utö, Getö, Nordmarken, Dannemora, Arendal, Pitkäranta, mit Broken Hill usw. eine Gruppe bildeten, für am wahrscheinlichsten. H. Müller behauptete eine spätere Imprägnation der Lager von Gängen aus und meinte, daß gerade die präexistierenden Silikatgesteine der Erzansiedelung den günstigsten Boden gewährt hätten. Dalmer betrachtet das Granatpyroxengestein als Kontaktgestein und führt die Erzansiedelungen einschließlich des Magnetits auf den benachbarten jüngeren Granit zurück, mit dessen Intrusion er auch die zahlreichen Erzgänge des westlichen Erzgebirges in Zusammenhang bringt; er setzt sie in eine Reihe mit einer Anzahl typischer Kontaktlagerstätten, u. a. auch mit denen von Campiglia Marittima. Nach Beck wären die Erze von den zahlreichen in der Gegend auftretenden Gängen der Zinnerz-, kiesigen Blei- und besonders der Kobalt-Silberformation in das Silikatgestein infiltriert worden. Auch die Sulfidlager am Graul bei Raschau sollen nach H. Müller entstanden sein durch eine Imprägnation von Gängen der letzteren Art aus, welche dort Quarz, Schwerspat, Flußspat, Kalkspat, Speiskobalt, Glaserz, ged. Silber, Rotgiltigerz, Markasit, Pyrit, Rotnickelkies, Arsen, Wismut, Kieselwismut, Sprödglaserz usw. führen; die beiden 2—4 bezw. 6 m mächtigen Lager selbst bestehen aus Pyrit, Arsenkies, Strahlstein, untergeordnet auch aus Zinkblende, Magnetkies und Salit.

Die Grube Christoph bei Breitenbrunn hat im Jahre 1904 nur mehr 28 t Arseneisen, 16,5 t Zinkblende und 10 t Magneteisenstein gefördert.

Bei **Kupferberg**[1]) gibt es in rotem Gneis und im Granatglimmerfels der Glimmerschieferetage zwei Lagerzüge, welche mehrfach von Kalkeinlagerungen begleitet werden. In der aus Granat, Strahlstein, Chlorit, Augit, Epidot, körnigem Kalk, Serpentin usw. bestehenden Lagermasse, welche bei Orpus eine Mächtigkeit von 15—30 m erreicht, findet sich nester-, butzen- und streifenweise körniger Magnetit und daraus hervorgegangenes Roteisenerz (Martit), daneben Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies, Magnetkies und Arsenkies. In einzelnen Linsen herrschen Eisenkies, am Kupferhübel Kupferkies vor.

Zu **Berggießhübel**[2]) südlich von Pirna in Sachsen werden Phyllite und mehr oder weniger steil einfallende untersilurische Schichten durch den Markersbacher Granitstock flach unterteuft und sind innerhalb eines sehr breiten Kontakthofes in Hornfelse und Knotenschiefer, die untersilurischen Schalsteine in Hornblendeschiefer, Aktinolithschiefer und gebänderte Hornblende-Salitgesteine umgewandelt. Besonders bemerkenswert ist das Verhalten der zahlreichen Lager und Linsen von dunklem, gestreiftem Kalkstein. Außerhalb des Kontakthofes sind sie, abgesehen von einigen Rot- und Brauneisensteinlagern, die an ihrer Grenze gegen die Schiefer auftreten, erzleer; im Kontaktbereich aber sind sie

[1]) Laube, Geologie des böhmischen Erzgebirges, II, 1887, 115—117. — Jokély, Die geologische Beschaffenheit des Erzgebirges im Saazer Kreise in Böhmen; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VIII, 1857, 516—607, bes. 587—597.

[2]) Beck, Erl. Sekt. Berggießhübel, 1889, 50—61. — Ders., Erzlagerstättenlehre, 1903, 602—605. — H. Müller, Über die Erzlagerstätten in der Umgegend von Berggießhübel; Erl. geol. Spezialk. v. Sachs., 1890.



durch Stoffzuwanderung zu granat- und salitführenden Gesteinen mit Einlagerungen von Magnetit und sulfidischen Erzen geworden. Die Anordnung der Silikate folgt teils der ursprünglichen Schichtung der Kalksteine, teils bildet das Magneteisenerz nester- und klumpenförmige, sich verzweigende Massen, auch wohl den Kalkstein durchschneidende Trümer, oder vom Liegenden des letzteren her mit wechselnder Mächtigkeit in ihn eindringende und ihn verdrängende Lagen, die stellenweise bis 5 m mächtig sind. Zuweilen werden sie von Nestern von Kalkeisengranat durchtrümert, und eckige Bruchstücke des Magneteisensteins finden sich inmitten des letzteren. Granat kommt auch in Klüften grobblätterigen Kalkspats vor, die den Kalkstein durchziehen. Gänge von Quarzporphyr durchsetzen das Gebiet, die Lagerausstriche verschwinden stellenweise unter der Bedeckung des oberkretazeischen Quadersandsteins. Wenn auch besonders in letzterer Zeit der Magneteisenstein das Haupterz zu Berggießhübel war, so hatten doch auch die auf den Lagern einbrechenden Kupfererze, wie Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferfahlerz, Kupferglanz, neben denen hauptsächlich Schwefelkies, Arsenkies, Zinkblende und silberarmer Bleiglanz vorkamen, eine gewisse Bedeutung. Von weiteren z. T. ganz untergeordneten Mineralien nennt H. Müller u. a. gediegen Silber, Kupfer, Speiskobalt, Molybdänglanz, Gelbbleierz, Flußspat, Apatit, Epidot, Zoisit, Martit, Schwerspat usw. Nach Müller traten die Sulfide besonders gern in der Nähe der die Lager durchsetzenden Erzgänge auf; sie bildeten im Gegensatz zu den Eisenerzen nur schmale Imprägnationen im Schiefer oder Kalkstein. Von den etwa 30 bekannten, im ganzen WNW.—OSO. streichenden Lagern ist nur das Martinzecher und das wahrscheinlich seine Fortsetzung bildende Muttergotteser Lager auf größere Länge und Teufe verfolgt. Letzteres ist auf 1400 m im Streichen aufgeschlossen worden und war das ergiebigste der ganzen Gegend. Bis zu 15 oder 20 m Tiefe bestand es nach H. Müller aus Rot- und Brauneisenerz, weiter abwärts aus Magneteisenstein mit untergeordneten Kupfererzen und wurde stellenweise bis 11 m mächtig. Der Eisengehalt des Erzes vom Muttergotteser Lager betrug 52—55 %, mit etwa 0,04 % Kupfer- und 0,3 % Schwefelgehalt.

Die in der Gegend von Berggießhübel auftretenden Zinnerz-, Blei-, Eisenstein- und barytischen Silbererzgänge sind niemals abgebaut worden. Müller hebt ein stockwerkartiges, von Stelzner näher untersuchtes Zinnerzvorkommen im Kalkstein des Muttergotteser Lagers besonders hervor; die schmalen Trümer bestehen aus übereinanderfolgenden symmetrischen Lagen von Lithionglimmer, Chlorit und weißem Flußspat mit Zinnerzkriställchen, von Flußspat und Quarz und führen in der Mitte bis 2 cm mächtigen Orthoklas, gleichfalls mit Zinnerz.

Der Berggießhübler Bergbau soll um 1441 gegründet worden sein, blühte bis zum dreißigjährigen Krieg und war nachher wieder vom Ende des XVII. bis Anfang des XIX. Jahrhunderts im Gange. Die letzte Betriebsperiode dauerte von 1824 bis gegen 1890; das Muttergotteser Lager lieferte um 1880 noch bis zu 28000 t Eisenstein jährlich.

Nicht ganz aufgeklärt ist die Entstehungsweise der heute nicht mehr abgebauten Magneteisensteinlagerstätte am Krux bei **Schmiedefeld**[1]) in Thüringen. Karbonischer Zweiglimmer- und Biotitgranit, samt einigen späteren Porphyr- und Dioritgängen, durchbrechen das obere Kambrium. Der Granit führt am Krux besonders viel Apatit, Allanit und Flußspat; er hat sein Nebengestein unter

[1]) Krug v. Nidda, Geognostische Bemerkungen über den Thüringer Wald und besonders über die Grafschaft Henneberg; Karst. Arch. f. Min. usw., XI, 1838, 3—83, bes. 13. — Schlegel, Das Magneteisenerzlager vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Wald; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLIV, 1902, 24—55. Lit. — Scheibe, Grundgebirge des Thüringer Waldes im Vesser- und Nahetal; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1902, 662—666.



Bildung von cordierit- und turmalinführendem Granathornfels und von cordierit- und sillimanitführendem Andalusithornfels intensiv verändert, pneumatolytische Prozesse führten ferner zur Enstehung eines eigentümlichen Quarzturmalinfelses.

Man unterschied die Erzlagerstätten in den schwarzen Krux, wo nur Magneteisenstein, den roten Krux, wo nur Roteisenerz, und den gelben Krux, wo hauptsächlich Schwefelkies einbrach. Der bald dichte, bald fein- bis grobkristalline oder kristallisierte Magneteisenstein enthält 9 % Mangan, ist stets von violettem Flußspat, teilweise auch von Wolframit, Molybdänglanz, Schwerspat und Pyritkriställchen durchwachsen und führt in Hohlräumen Eisenglanz. Der in dem benachbarten Granit anzutreffende Allanit (Orthit) findet sich auch in dem Erze und ist samt diesem scheinbar älter als der Flußspat und der Baryt. Dazu kommt stellenweise ein mehr oder weniger magnetitführender Quarzfels, ferner ein gelbgrüner Kalkeisengranat, der Aggregate von Feldspat, Strahlstein, die vorhin genannten Mineralien, nach Krug v. Nidda auch Vesuvian und wechselnde, oft überwiegende Mengen von Kalkspat enthält. Der schwarze Krux war auf 240 m Länge und 20—30 m Breite aufgeschlossen und die mächtigste der Erzmassen, der gelbe Krux war ein durch Schwefelkies stark verunreinigter Magneteisenstein, der rote Krux bestand nach Krug v. Nidda aus zwei echten Roteisensteingängen mit Quarz, Flußspat und Schwerspat, nach Schlegel aus Lagern dieses Erzes.

Krug v. Nidda und nach ihm Naumann[1]) und v. Groddeck[2]) glaubten, daß der schwarze Krux nur eine bis zum Zurücktreten aller anderen normalen Gemengteile an Magnetit angereicherte Zone des Eruptivgesteins, also eine magmatische Ausscheidung sei. Schlegel erkannte, daß das Erz dem kontaktmetamorphen Nebengestein angehöre und hält es für am wahrscheinlichsten, daß der Granatfels aus einem Kalkstein, der Magneteisenstein aus einem kambrischen Eisensteinlager hervorgegangen, vielleicht auch durch Zufuhr von Eisen während der Kontaktmetamorphose angereichert worden sei; den Flußspat, den Schwerspat, den Wolframit, Allanit und Pyrit hält er für Produkte pneumatolytischer Vorgänge. Scheibe scheint geneigt zu sein, die Umwandlung eines ehemaligen Kalksteinlagers in Eisenerz als Folge der Graniteinwirkung anzunehmen.

Nach Heß v. Wichdorff[3]) sind wechsellagernde Schichten von oberdevonischen Kalksteinen und Kalksilikathornfelsen, und zwar besonders letztere, im Kontakthofe der kleinen Granitmasse des Henneberges bei Lehesten mit etwas Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit imprägniert; weiter nordwestlich führen die gleichen Gesteine im kleinen Kontakthofe der Goldkuppe bei Leutenberg ein zeitweise abgebautes Schwefel- und Magnetkieslager mit wenig Bleiglanz. Außerhalb der Kontakthöfe treten die Erze nicht auf.

Als hervorragende Beispiele für Kontaktlagerstätten pflegen seit Cotta die kupfer-, blei- und z. T. goldführenden Vorkommnisse von Magnetit und Roteisenstein im **Banat**[4]) und in Serbien erwähnt zu werden. Das Banat (das

---

[1]) Geognosie, II, 1862, 244.

[2]) Erzlagerstätten, 144. Wegen der weniger beachtenswerten Auffassungen anderer sei auf Schlegel verwiesen.

[3]) Kontakterzlagerstätten im Sormitztale im Thüringer Walde; Jahrb. preuß. geol. Landesanst. f. 1903, 165—183.

[4]) v. Born, Briefe über mineralogische Gegenstände auf seiner Reise durch das temesvárer Banat, Siebenbürgen usw., 1774. — v. Cotta, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, 1864, Lit. — Kudernatsch, Beiträge zur geologischen Kenntnis des Banater Gebirgszuges; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., VI, 1855, 219—253. — Marka, Einige Notizen über das Banater Gebirge; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., IX, 1869, 299—340. — Castel, Mémoire sur les mines et usines métalliques du Banat; Ann. d.



Komitat Krassó-Szörény),[1]) d. i. der südöstlichste Teil Ungarns von der Temes bis an die Donau, wird von einem NNO.—SSW. streichenden, im Mittel 800 m, im höchsten Punkte, dem Muntje Semenik, 1450 m hohen Waldgebirge durchzogen, das nach Serbien fortsetzend, den meist flachen Falten der aus Gneis und Glimmerschiefer, aus flözführendem Karbon und permischem Sandstein und Jura- und Kreidekalkstein bestehenden Schichten parallel läuft. Ein ausgedehnter, ungefähr N.—S. streichender Zug eruptiver tertiärer Aufbrüche beginnt nördlich von Deutsch Bogschan (Német Bogsán) nahe Dognácska und Moravicza (Vaskö) und erstreckt sich allein auf ungarischem Boden 78 km weit. Er bezeichnet im ganzen eine wichtige Verwerfung, längs welcher gegen Osten zu das jüngere Kalksteingebirge an den älteren, gegen Westen zu allein herrschenden Schichten abgesunken zu sein scheint und die das Schichtenstreichen unter sehr spitzem Winkel schneidet. Die Lagerstätten sind an den Kontakt der Kalk- und Eruptivgesteine gebunden. Der Zug der letzteren ist kein ununterbrochener, er zerfällt vielmehr in eine Gruppe gleichfalls etwa NS. gestreckter Durchbrüche, die ungefähr ebenso viele große Bergswerksgebiete darstellen und nach Sueß zusammen 41 km lang sind. Die Jura- und Kreidekalksteine sind im ganzen ziemlich flach gelagert und bilden besonders im südlichen Teile des Gebietes stellenweise das einzige Nebengestein der eruptiven Massen. Im Norden bei

min. (6), XVI, 1869, 405—517. — Niedzwiedzki, Zur Kenntnis der Banater Eruptivgesteine; Tscherm. Mitt., 1873, 255—262. — vom Rath, Reise durch einige Teile des österreichisch-ungarischen Staates; Sitz.-Ber. niederrh. Ges., 1879, 41—53. — Hj. Sjögren, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätten von Moravica und Dognacska im Banat und Vergleichung derselben mit den schwedischen Eisenerzlagerstätten; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXVI, 1886, 607—668. — Ders., Geol. För. Förh., VII, 1884—1885, 197 bis 198. Mit Karte und Profilen. — Halaváts, Bericht über die im Jahre 1887 in der Umgebung von Dognacska ausgeführte geologische Detailaufnahme; Jahresber. k. ung. geol. Anst. f. 1887 (1889), 149—161. — Ders., Bericht über die im Jahre 1888 in der Umgebung von Dognacska und Vaskö bewerkstelligte geologische Detailaufnahme; ebenda f. 1888 (1890), 110—119. Hauptsächlich auf Halaváts und Sjögren stützt sich der Aufsatz: Das Eisenerzgebiet von Dognacska und Moravicza im Banate; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXIX, 1891, 91—96, 102—106. — Toula, Die geologisch-geographischen Verhältnisse des Temesvárer Handelskammer-Bezirkes. Im Auftrage der Handels- und Gewerbekammer in Temesvár verfaßt. Mitt. k. k. Geogr. Ges. Wien, 1880; Ref. N. Jahrb., 1881, II, —367—368—. — Notizen über die Erzlagerstätten und Metallwerke im Banate; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XLV, 1886, 217—219. — Geologische Notizen vom Bergbaudistrikte des Banates (Südungarn) und seinen nutzbaren Gesteinen und Mineralien; ebenda XLVII, 1888, 71—74, 85—87. — Das Eisenerzvorkommen im sarmatischen Schotter der Pojana Wertop (Südungarn); ebenda LV, 1896, 53—55. — Helmhacker, Montanistische Mitteilungen; ebenda LIV, 1895, 83—85. — Przyborski, Das Eisenerzgebiet von Morawitza (Vaskö) und Dognacska im südlichen Ungarn; ebenda LVIII, 1899, 73—75, 120—123, 145—147, 169—171. — Material der Clausthaler Sammlung, geschenkt von Berginspektor v. Bene.

[1]) Siehe die Darstellung bei Sueß, Antlitz der Erde, I, 1885, 210—213. Daselbst weitere Literatur und Wiedergabe der Übersichtskarte nach den Aufnahmen der k. k. österr. Staatseisenbahn-Gesellschaft von 1860, die auch v. Cotta seiner Abhandlung beigefügt hat.

Dognácska und Moravicza sind sie zwischen die Schiefer eingefaltet oder eingesunken.

Die in Betracht kommenden Eruptivgesteine hat Cotta als Banatite bezeichnet und in ihnen Granite, Syenite, Timazite, Diorite, Aphanite, Diabase, Granitporphyr, Felsitfels und Minette bestimmt; mit jenem Sammelnamen wollte er ihre Verwandtschaft in petrographischer Hinsicht und als nachkretazeische bezw. -jurassische Gesteine hervorheben. Ihr Kieselsäuregehalt schwankt zwischen 60—67,5 % und geht seltener bis etwa 55 % herunter. Mit Rücksicht auf ihr Alter müssen sie zumeist als Hornblendeandesite und Dazite bezeichnet werden. Aussehen, Struktur und Mineralbestand werden im allgemeinen durch die weiteren, von Niedzwiezki, Szabó[1]) und vom Rath gewählten Bezeichnungen Syenite, quarzführende Diorite, Amphiboldiorite, Andesite, Andesinquarztrachyte bezeichnet; zumeist sind diese Gesteine quarzführend und haben die größte Ähnlichkeit mit den „Dioriten“ von Hodrus bei Schemnitz (S. 654). Während Cotta und Halaváts der Ansicht sind, daß diese Gesteine die damalige Erdoberfläche zur Zeit ihres Empordringens nicht erreicht haben, hält sie Sueß für die tiefgelegenen Wurzeln ehemaliger, seitdem erodierter Oberflächenergüsse. In beiden Fällen sind sie als Tiefenentwickelung andesitischen und dacitischen Magmas zu betrachten.

Die Eruptivgesteine durchbrechen die Kalksteine in Stöcken und oft vielverzweigten Gängen, haben häufig Bruchstücke und Schollen davon umschlossen und allenthalben Kontaktmetamorphose bewirkt. Diese besteht darin, daß der normale, deutlich geschichtete und fossilführende Kalkstein in ihrer Nähe marmorartig kristallin wird, Massen von Granat, Pyroxen, Chlorit, Tremolit und stellenweise auch von Wollastonit, Vesuvian, Serpentin, Quarz, Magneteisenstein, Eisenglanz und Sulfiden aufnimmt. Demgemäß kann auch der Banatit Schollen und Blöcke von Granatfels völlig umschließen oder inselförmige Massen von solchen tragen.[2]) Zu Neu-Moldova wird der Banatit selbst noch einmal von einem gangförmigen Erguß von Basalt durchschnitten. Die erzführenden Silikatmassen werden vom Bergmann Scheidung genannt. Die Sulfide sind hauptsächlich Kupferkies, Bleiglanz und Pyrit; Zinkblende ist untergeordnet, Magnetkies stellenweise verbreitet. Ihr Vorkommen ist scheinbar nicht überall auf die Kontaktmassen beschränkt. Die Mächtigkeit der letzteren und der Eisenerze ist stets dort am größten, wo der Banatit den Kalkstein durchschneidet.

Die Banater Erzgruben liegen in der Umgebung nachstehender, sich von Norden nach Süden folgender Orte: Petris bei Lippa, Moravicza, Dognácska, Oravicza, Csiklova, Szaszka und Neu-Moldova. Nach Cotta setzt sich diese Reihe unmittelbar bis Kucajna in Serbien (s. S. 1089) fort. Der mineralogische Charakter der Lagerstätten ist in den verschiedenen Gebieten ein wechselnder. Manche jetzt ganz aufgelassene Blei- und Kupfergruben sind

---

[1]) Földt. Közl., VI, 1876, 112—132, zitiert v. Sueß.

[2]) Wegen der Mineralogie des Gebietes kann auf die tabellarischen Zusammenstellungen bei Cotta und Marka verwiesen werden, die heute selbstverständlich erheblich ergänzt werden müßten.



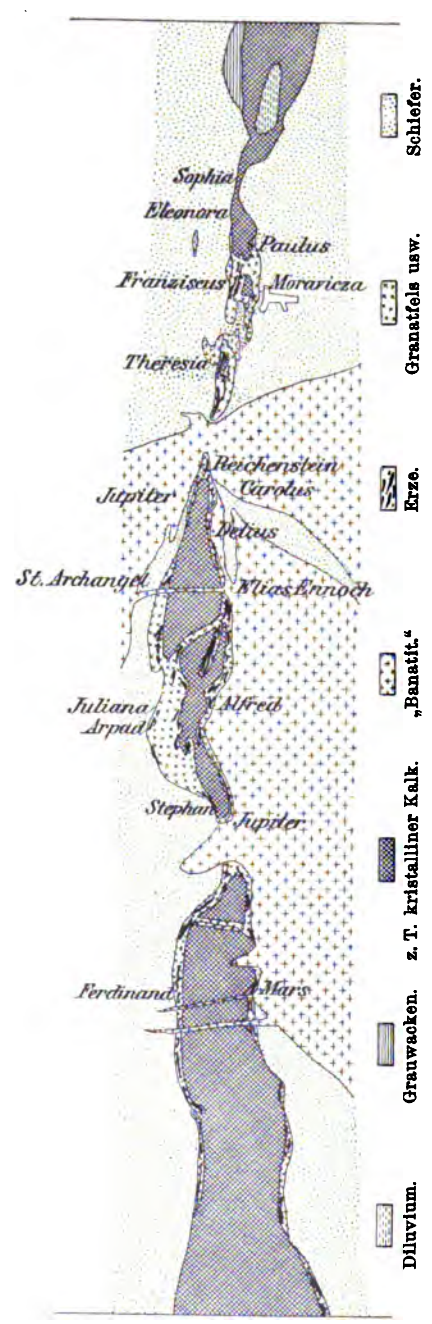


Fig. 237. Geologisches Übersichtskärtchen der Gegend von Moravicza (Vaskö) und Dognácska. Maßstab 1:64000. (Aus Sjögren, 1886.)

wohl überhaupt nicht weit unter die oberen, an allerlei sekundären Erzen z. T. sehr reichen Zonen vorgedrungen. Eine Folge der Verwitterung ist die überall zu beobachtende, bis zur Bildung bolusartiger Massen führende Zersetzung des Granats; diese geht schon in ein paar Jahren vor sich und statt seiner begleitet dann „lettige Gangart“ die Erze. Zu Neu-Moldova waren die Lagerstätten von Johann Evangelista und Fridolin gegen 80 bezw. 60 m lang und 18 bezw. 10 m dick. Besonders bemerkenswert war das wiederholt abgebaute Vorkommen von Freigold in den schlauchförmigen Kupfer- und Bleierzlagerstätten von Oravicza und Csiclova. Bei Csiclova bauten der Speisschacht und der Baronschacht auf zwei schlauchförmigen Kupfererzlagerstätten zu beiden Seiten einer in Schiefer eingeklemmten steilstehenden Kalkscholle; Kupferkies war begleitet von Arsenkies und enthielt im Baronschacht auch Fahlerz. Bekannt sind die schönen Vorkommnisse von Wollastonit, Vesuvian und Granat mit bläulichem Kalkspat aus jenem Erzdistrikt. Auf der Elisabethagrube bei Oravicza traten Kupfer- und Schwefelkies, Gold, Fahlerz, Kobalt- und Nickelerze, Wismutglanz, Antimonit, Arsen usw. als jüngere Konkretionen oder Kluftfüllungen in einer sehr vielartigen Breccie auf, in welcher auch Klumpen von Granatfels enthalten waren. Von der ziemlich großen Zahl der zu Moldova, Szaszka, Csiclova und Oravicza einbrechenden Mineralien seien die Zeolithe Apophyllit, Desmin, Analcim und Chabasit erwähnt, die allerdings nicht eigentlich den Lagerstätten anzugehören scheinen.

Die jetzt allein noch im Betrieb stehenden Gruben sind diejenigen der österreichisch-ungarischen Staatseisenbahn-Gesellschaft zu Moravicza

(Vaskö)[1]) und Dognácska, ersteres nördlich, letzteres südlich des mehrere Kilometer breiten von Bogschan her in NNW.—SSO. Richtung streichenden Eruptivzuges gelegen (Fig. 237 u. 238). Das Gebiet besteht zumeist aus gefaltetem Chloritgneis, aus Chloritschiefer mit Übergängen zu stellenweise etwas turmalinführendem Quarzit, aus Phylliten, Biotitschiefer und einem feinkörnigen, granatführendem Gneis, den Sjögren mit dem Hälleflintgneis oder „Granulit" der schwedischen Eisenerzdistrikte vergleicht. Eine ungefähr 20 km lange, von 30 bis zu 1000 m breite Kalksteinzone ist muldenförmig mit etwa NO.—SW. Streichen in die Schiefer eingeklemmt und wird bei Moravicza und Dognácska von dem Eruptivzug durchschnitten, von zahlreichen Gesteinsgängen durchschwärmt und dadurch zu kristallinem Marmor und in Silikatfels umgewandelt. Die Gesteinsgänge umschließen Schollen des letzteren, der hier vorzugsweise aus derbem gelbbraunem, gelbem, grünem und dunkelbraunem Granat, untergeordneter aus dunkelgrünem Pyroxen, Tremolit und Strahlstein, z. T. sekundärem Epidot, Serpentin, grünem Magnesiaglimmer, Chlorit, Quarz und Kalkspat besteht; der Granat durchzieht stellenweise in Adern den Kalkstein und zeigt häufig in Drusen und an der Grenze gegen den letzteren schöne Kristallisationen. An der gebänderten Struktur sind Lagen von Granat und Magnetit, die beide gleichzeitig entstanden sind, beteiligt. Der letztere ist manganhaltig und bildet im Silikatfels Klumpen und linsenförmige Massen von einigen Tausend bis zu 150000 t Inhalt. Der Granatfels findet sich an der Grenze gegen den liegenden Glimmerschiefer in beiden Flügeln der Mulde und erreicht 20—40, stellenweise auch 150 m Mächtigkeit.

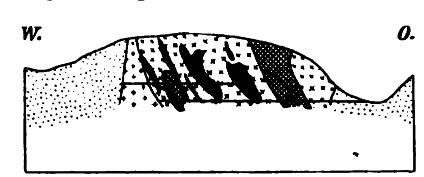


Fig. 238. Profil durch die Grube Franciscus bei Moravicza. Zeichenerklärung s. Fig. 237. (Sjögren, 1886.)

In größerer Entfernung von dem Eruptivgestein nimmt der Kalkstein sein normales, bankiges Aussehen an. Zu Moravicza[2]) waltet der Eisenstein

[1]) Moravicza ist im Jahre 1884 offiziell in Vaskö (d. h. Eisenstein) umgenannt worden.

[2]) Herrn Berginspektor Géza v. Bene verdanke ich folgende freundliche Mitteilungen über das Erzvorkommen von Moravicza und Dognácska (Brief vom 2. VI. 1906): „Der Ludwigit ist bisher nur in einer ca. 300 m langen Zone des westlichen Erzstreichens zwischen Reichenstein (oben Jupiter) und dem St. Archangel-Tagebau vorgekommen und in dieser Zone abbauwürdig, vorläufig aber nicht im Bau. Er ist sowohl über Tage, als auch ca. 130 m darunter grubenmäßig aufgeschlossen. Mehr oder minder war bisher bei jedem Ludwigit-Vorkommen Serpentin in Bändern oder Schlieren zu finden und sehr schön sind solche Serpentin-Partien, wenn sie mit dem Ludwigit durchzogen sind; es ist dann nicht zu erkennen, welcher älter oder jünger sei. Serpentin und Ludwigit samt Magnetit bilden oftmals ein feinverästeltes Netzwerk, sie sind offenbar alle drei zusammen entstanden.

Die Sulfide sind außerhalb der Erzkontakte im kristallinen Kalk niemals zu finden, wohl aber ziemlich häufig in den Dioriten. In den Magnetit- und Hämatitlagern ist Pyrit ein häufiger Begleiter, und Pseudomorphosen von Hämatit nach Pyritkristallen waren häufig und sehr schön auf den Gruben Peter-Paul und Marcus bei

bei weitem vor; bemerkenswert ist dort das Auftreten des borhaltigen Ludwigits ($3MgO . FeO . Fe_2O_3 . B_2O_3$). Sulfide kommen auch dort vor, bilden aber keine besonderen Lagerstätten. Bei Dognácska finden sich dagegen sowohl ganze Kiesstöcke, als auch dort früher vor allem reiche schlauchförmige Massen von Kupfer- und silberhaltigen Bleierzen abgebaut wurden. Durch großen Reichtum zeichnete sich im XVIII. Jahrhundert die jetzt erlegene Kupfergrube Simon und Judä aus, auf der Grube Paulus wurden reiche Bleierze neben dem Magneteisenstein gewonnen. Magneteisenstein bildet jetzt $^9/_{10}$ der Erzmasse von Moravicza; er geht nach oben in Roteisenstein über und verwittert zu Brauneisenstein, der Granat zerfällt zu losen Massen von Bolus. Eisenglanzrosetten eingesprengt in Granatfels erinnern ganz an Stufen aus dem Eisenerzgebiet von Christiania, schöne Eisenglanzkristalle mit Pyrit etwas an solche aus Elba.[1])

Die Produktion betrug im Jahre 1905 120 500 t Eisenerze und 1600 t gewaschene Schwefelkiese mit 48—50 % Schwefel. Die letzteren stammen von Pyritgängen, die auf der Grube Vinere mare in kristallinischen bezw. wahrscheinlich karbonischen Schiefern aufsetzen. Die Verhüttung der Eisensteine erfolgt großenteils zu Reschitza, teilweise auch in Bogschan und Steierdorf-Anina mittels der dortigen Liassteinkohle. Schon die Römer haben im Banat einen umfänglichen Bergbau besonders auch auf Gold getrieben. In der Neuzeit wurde erst nach der Vertreibung der Türken im Jahre 1718, hauptsächlich aber seit 1790 bergmännisches Leben rege. Im Besitze der österr.-ung. Staatseisenbahngesellschaft bilden die Gruben von Dognácska und Vaskö heute einen der wichtigsten Montandistrikte des Königreichs.

Dognácska. Die silberreichen Bleiglanze, die Zinkblenden und Kupferkiese im südwestlichen Revier Dognácskas treten ausschließlich im Kontakte des Kalkes mit einem schwarzen Augitgestein (Bustamit?) auf. Dabei bildet zwar der Kalkstein Einbuchtungen und Mulden, die Schwefelerze liegen hart am Kalk, sind aber nicht mit diesem, sondern mit dem Augitstrahlstein innig verwachsen; Imprägnationen reichen dann oft weit in diesen hinein. Erwähnenswert ist noch ein interessantes Vorkommen von Kupferkies am Paulus-Schachte in Vaskö: in dem einen riesigen, sehr unregelmäßigen Schlauch ausfüllenden „Eleonora"-Magnetiterzstocke, welcher den milden Diorit zum Liegenden und den kristallinen Kalk zum Hangenden hat und von wenig Granatfels, mehr Tremolit begleitet ist, kennen wir eine ca. 100 m hohe, unten 10 m lange, 5—6 m dicke, sich nach oben hin zum Ausgehenden verjüngende dichte Imprägnation von Kupferkies, in welchem selten auch Wismutglanz, häufiger Bleiglanz und Pyrit mit vorkommt. Diese Erzsäule, oder vielmehr Imprägnation, bildet den Gegenstand eines elektromagnetischen Erzseparationsverfahrens, womit wir den Magnetit sehr rein ausziehen, während der ausfallende Kupferkies auf Stoßherden angereichert werden wird. Eine Analogie zu diesem Vorkommen ist die durch mich von 1901—1902 aufgeschlossene Tiefenfortsetzung des einst berühmten Kupfererzstockes von Simon und Judä. Dieser letztere liegt auf Gneis auf und hat den kristallinen Kalk zum Hangenden. In diesen beiden Kupferkiesvorkommen ist Gold und Silber enthalten, und die jüngsten Versuche haben ergeben, daß es sich lohnen wird, auch diese Metalle anzureichern. Im übrigen wird Gold derzeit noch nirgends im Banate gewonnen."

[1]) Pelikan, Der Eisenglanz von Dognácska im Banat; Tscherm. Mitt., XVI, 1897, 519—522.

Die Entstehung der Eisensteine und eines Teiles der Sulfide im Banat als Kontaktlagerstätten, d. h. durch Zufuhr von Eisen und anderen Metallen zu dem mesozoischen Kalkstein, wobei diese dem Gestein unmittelbar aus dem Stoffbestande des empordringenden Magmas mitgeteilt worden sind, kann nicht zweifelhaft sein. Der Granat ist wenigstens teilweise ein Eisentongranat.[1]) Cotta hat die Entstehung der Silikate durch eine Kieselsäurezufuhr und eine unter Druck erfolgte Aufschmelzung des Kalksteins seitens des Banatits erklären wollen; er befindet sich offenbar im Irrtum, wenn er die Einwanderung nicht nur der Sulfide, sondern auch des Magneteisensteins in das Silikatgemisch in die Zeit nach der Erstarrung des „Banatits" verlegt und auf besondere Lösungen zurückführt. Allerdings ergibt sich auch aus den Beschreibungen der Blei- und Kupfergruben, daß deren Lagerstätten wenigstens teilweise jüngere Ansiedelungen z. T. im fertigen Kontaktgestein sind, die auf die letzten erzbildenden Stoffnachschübe aus dem in der Tiefe liegenden Magma zurückgeführt werden können. Solche jüngste Ansiedelungen scheinen auch die Golderze des Gebiets zu sein, die, wie die goldführenden quarzigen Pyritgänge am Cracu cu auru im Eruptivgestein selbst auftreten und vielleicht mit den Golderzgängen von Verespatak verglichen werden dürfen. Sjögren hat die große Ähnlichkeit der Eisensteinlagerstätten von Moravicza und Dognácska mit den teilweise gleichfalls etwas sulfidführenden, von Granat-Pyroxenskarn begleiteten Magnetitlagern vom Typus Persberg in Schweden betont und daraus den Schluß gezogen, daß auch erstere echte, mit dem Kalkstein gleichzeitig entstandene Lager seien. Da es sich im Banat mit Bestimmtheit um Kontaktlagerstätten handelt, so kann die von Sjögren betonte Ähnlichkeit umgekehrt dahin gedeutet werden, daß möglicherweise auch die schwedischen und andere ihnen verwandte Magneteisensteinlager Kontaktlagerstätten sind (S. 163—168). Eine epigenetische Entstehungsweise hat übrigens Sjögren selbst späterhin für die Erzlagerstätten des Banats Persbergs usw. für wahrscheinlich gehalten.[2])

Die Erzlagerstätten von **Rézbánya**,[3]) am Westabhange des Bihargebirges nahe der Westgrenze Siebenbürgens und nordwestlich des dortigen Golderzdistriktes gelegen, mögen hier ihre Stelle finden, wenn auch ihre Natur als echte Kontaktlagerstätten nach den vorliegenden Beschreibungen nicht völlig festzustehen scheint. Das erzführende Gestein sind Kalksteine, die verschiedenen Horizonten vom Lias bis zum Neokom angehören und von permischen und liasischen Schiefern unterteuft bezw. umschlossen werden. Die sie durchbrechenden jüngeren Eruptivgesteine werden von Peters als Diabase (Aphanit), Felsitporphyre, Syenit und Syenitporphyre, von Cotta als „Banatite", von Pošepný als Syenite, Aphanite, Diorite und Quarzporphyre bezeichnet, sind aber wohl auch hier wie im Banat den Andesiten und Daciten zuzurechnen. Sie

---

[1]) Granat von Oravicza nach Kjerulf (zit. v. Hintze, Handbuch II, 78—79): SiO_2 37,52, Al_2O_3 20,01, FeO 36,02, MnO 1,29, CaO 0,89, MgO 2,51.

[2]) Geol. För. Förh., XV, 1893, 484.

[3]) Pošepný, Geologisch-montanistische Studie der Erzlagerstätten von Rézbánya in SO.-Ungarn, 1874, Lit. — Ders., Über die Genesis der Erzlagerstätten; Leob. Jahrb., XLIII, 1895, bes. 132—136. — Ders., The Genesis of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIII, 1894, bes. 286—289. — Ders., Bemerkungen über Rézbánya; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1868, 418—419. — Peters, Geologische und mineralogische Studien aus dem südöstlichen Ungarn, insbesondere aus der Umgegend von Rézbánya; Sitzber. kais. Ak. d. Wiss., math.-naturw. Kl., 1861, I. Abt., XLIII, 385; II. Abt., XLIV, 81. Auszug bei v. Cotta. — v. Cotta, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, 1864, 30—34, 78—85. — Remeniyk, Les mines de métaux de Hongrie, 1900, 79—82.

haben den Kalkstein im Kontakt in Marmor umgewandelt und stellenweise darin die Bildung von Granat (meist Grossular), Tremolit, Wollastonit, Vesuvian, Malakolith, Glimmer, Agalmatolith, Serpentin, Chlorit und Epidot veranlaßt. Die Haupterze sind Bleiglanz und mehr untergeordnet Kupferkies; Magnetit ist „in den Kontaktzonen häufig, aber nicht im Innern der Kupfererzstöcke" (Peters); die Lagerstätten waren bis in größere Tiefe reich an allerlei sekundären Erzen. In welchem paragenetischen Verhältnisse die Wismut- und Silbererze Tetradymit (Bi_2Te_2S), Wismutglanz, Eulytin, Cosalit ($Pb_2Bi_2S_5$), Silberglanz und Hessit zu den genannten Sulfiden stehen, läßt sich aus den Mitteilungen nicht erkennen. Gediegen Gold, Silber und Kupfer fanden sich stellenweise. Die verschiedenen Erzvorkommnisse um Rézbánya waren offenbar nicht ganz gleichartig beschaffen; ihre Gestalt war meistens eine schlauchförmige. Als eine solche hat Pošepný die wichtigste, den sogen. Reichensteinstock in der Valea Sacca ausführlicher beschrieben. Dieser führte 1,2—2% Silber, 24—40% Blei, 12—20% Kupfer und 36—60 g Gold in der Tonne.[1] Ob etwa alle Sulfide oder wenigstens ein Teil derselben sich unabhängig von der Kontaktmetamorphose des Kalks später darin angesiedelt haben, läßt sich auch aus Pošepnýs letzter Schilderung nicht erkennen. Dieser vergleicht das Vorkommen von Rézbánya mit den schon früher erwähnten Erzstöcken von Offenbánya (S. 637) und betont, daß bei der übrigen Analogie dieser Lagerstätten das Auftreten von Granatfels dort und sein Fehlen zu Offenbánya ein ganz nebensächlicher Unterschied sei. Die Rézbányaer Lagerstätten sind zudem keineswegs immer an den Kontakt gebunden.

Die Gruben von Rézbánya haben früher viel Kupfer, Blei und Silber geliefert, und waren zuletzt von 1836—1853 vom Staate betrieben worden; im Jahre 1894 wurden sie neuerdings als Wismutgruben wieder aufgenommen. Die von Remenyik mitgeteilte Zusammensetzung der jetzt verarbeiteten Wismuterze (mit 2,37 Bi, 0,41 Pb, 0,38 Cu, 0,0176 Ag und 0,0014% Au) weicht sehr erheblich von den von Pošepný mitgeteilten Gehalten der früheren Produktion ab. Im Jahre 1898 gewann man 3,6 kg Gold, 38 kg Silber, 3057 kg Wismut und ein wenig Blei und Kupfer.

Die Kupfererzlagerstätten von **Maidanpek**,[2] OSO. von Belgrad, nahe der Donau bei Milanovac, sind an den Verlauf eines Andesitdurchbruchs im älteren, aus gneisartigen Gesteinen, quarz- und glimmerreichen, grauwackeähnlichen Schiefern und aus Kalksteinen bestehenden Grundgebirge und in der diskordant darüberliegenden Kreideformation gebunden. Der Andesit ist zum Teil sehr frisch, zum Teil propylitartig verändert und dann mit Kiesen imprägniert, und bildet im ganzen einen bis zu 300 m mächtigen Gang und verschiedene Nebengänge. Die Verbreitung der Erze ist 4 km weit verfolgt worden; die Lagerstätten bestehen aus stockförmigen Massen und Imprägnationen im Kontakt der Andesite mit den Kalksteinen, oder liegen im Andesit selbst. Der letztere ist auch neben den Kiesstöcken mit Kiesen imprägniert und intensiv zersetzt oder sogar in tonige Massen umgewandelt. Kontaktmineralien sind bis jetzt aus den Maidanpeker Lagerstätten nie bekannt geworden. Das Vorkommen von Magnetit scheint aber darauf hinzuweisen, daß sie wenigstens teilweise zu den Kontaktlagerstätten gehören. Die jetzt auf den beiden Hauptgruben Jugovic und Jankovic ab-

---

[1] Zu diesen Angaben Pošepnýs stimmt aber seine Wertberechnung (1895) nicht.

[2] Breithaupt, Exposé über Maidanpek in Serbien; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XVI, 1857, 1—4, 13—15, 21—22. — v. Cotta, Erzlagerstätten im Banat und in Serbien, 1864, 89—99, Lit. — Antoula, Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 61—67. — Hoffmann, Sur Majdanpek; Ann. d. mines (Belgrad), I, 1892, 29, zitiert von Antoula. — Briefliche Mitteilungen und Sendungen von Ingenieur Herrmann an Bergeat.

gebauten Erze sind fast nur sekundäre Kupfererze, wie Malachit, Kupferlasur, Rotkupfererz, etwas gediegen Kupfer und Kupferindig; die reichsten Mittel, die sogen. schwarzen Erze, bestehen hauptsächlich aus letzterem. Brauneisenerz, Quarz und Kaolin sind ihre Begleiter. Fast bedeutungslos sind die sulfidischen, aus viel Pyrit, gewöhnlich nur wenig Kupferkies, aus untergeordnetem Bleiglanz und Zinkblende bestehenden Erze; sie werden von Magnetit begleitet. Ihr Kupfergehalt beträgt meistens nur 0,3—0,5 %, derjenige der oxydischen Zonen bis zu 12 % und mehr. Ehedem hat man auch das Brauneisenerz abgebaut; die fortwährende Verwitterung der Kupfererze führt zur Bildung von Zämentwässern. Die größte Lagerstätte bildete eine 130 m weit verfolgte, 20 m breite und 20—25 m hohe Masse im Kalkstein und hatte einen allerdings nur recht geringen Kupfergehalt. Eine andere Lagerstätte besteht teils aus Pyrit, teils aus sekundärem Erz, ist 30 m lang, 32 m hoch und 6—18 m breit.

Zahlreiche alte Stollen und Schlackenhaufen weisen auf den schon zur Römerzeit betriebenen alten Bergbau hin. Zur Türkenzeit wurden hier wie im ganzen osmanischen Reich keine Erze mehr gewonnen; abgesehen von einer vorübergehenden Wiederaufnahme unter österreichischer Herrschaft (1719—1738) hatte seine Neubelebung, anfänglich unter sehr guten Erträgnissen, erst um das Jahr 1850 statt. Jetzt ist die Erz- und Kupferproduktion der Gruben und Hütten von Maidanpek nur eine geringfügige. Die Gruben werden in ein nördliches und ein südliches Revier geschieden, die beide durch das Tal des kleinen Pek voneinander getrennt sind. Die genannten Hauptgruben gehören dem südlichen Revier an. In den Alluvionen des Pek findet sich Gold, das goldführenden Gängen in den Schiefern entstammt.

Ein in technischer Hinsicht wertloses, aber wissenschaftlich interessantes Magnetitvorkommen im Tal von Boutadiol am Granitstock von **Quérigut** im Dep. Ariège hat Lacroix[1]) erwähnt. Das dichte oder kristalline Magneteisen mit häufigen Drusen von kristallisiertem Magnetit bildet zusammen mit eisenhaltigem, dem Melanit verwandtem Granat, mit eisenhaltigem Pyroxen und Hornblende sowie etwas Pyrit eine gangförmige Masse im Kontakt des Granits mit Kalkstein und kommt ferner auch in kleinen Gängen und Körnern in letzterem selbst vor. Wo der Magnetit verschwindet, zeigen sich zwar immer noch Kalksilikate in dem metamorphen Kalkstein, aber dieselben werden eisenärmer, nach Lacroix ein Beweis, daß das von dem Granit durch Pneumatolyse abgegebene Eisen nicht nur als Magnetit, sondern auch in den Silikaten zur Kristallisation gelangt ist. Die etwa 2000 m hoch gelegene Lagerstätte ist nie ernstlich ausgenutzt worden.

Schmidt und Preiswerk haben die teilweise kiesführenden Eisenerzlagerstätten in der Sierra del Venero, nahe **Cala**,[2]) etwa 30 km nördlich von den Kieslagerstätten von Rio-Tinto und 60—70 km von Sevilla entfernt, als Kontaktlagerstätten beschrieben. Eine im Ausstrich 800 m lange und 300—400 m breite Biotitgranitmasse wird von Schiefern und Kalksteinen umgeben, denen kambrisches Alter zugeschrieben wird. Die Erze bilden in der Nähe des Granits und bis zu einige hundert Meter südlich davon Linsen und Schnüre in dem als Hornfels bezeichneten Kontaktgestein und werden von Granat, Epidot, Hornblende, Quarz und Kalkspat, also von einer skarnähnlichen Silikatgesell-

[1]) Sur un gîte de magnétite en relation avec le granite de Qûerigut (Ariège); Compt. rend., 12. VI. 1890.

[2]) Klockmann, Über kontaktmetamorphe Magnetitlagerstätten, ihre Bildung und systematische Stellung; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 73—85, bes. 78—81. — Schmidt und Preiswerk, Die Erzlagerstätten von Cala, Castillo de las Guardas und Aznalcollar in der Sierra Morena (Prov. Huelva und Sevilla); ebenda 225—238. — Les mines de fer et de cuivre de Cala; Revue univ. (4), XI, 1905, 217.

schaft, begleitet. Sie bestehen oberflächlich großenteils aus Roteisenstein, stellenweise aber auch aus Magnetit mit Pyrit. Der Roteisenstein ist z. T. von Quarzadern durchsetzt und geht in der Tiefe in pyrit- und mitunter kupferkiesführenden Magneteisenstein über. Die Erzlagerstätten finden sich meistens erst in 50—100 m Entfernung vom Granit nach Schmidt und Preiswerk nur im Kontakthof und werden deshalb von ihnen für echte Kontaktlagerstätten erklärt; Klockmann war dagegen der Ansicht, daß es sich um kontaktmetamorphe Lagerstätten in der Art derjenigen am Spitzenberge im Harze handle, denen durch Pneumatolyse nur der Schwefel zugeführt worden sei, während sie im Wesen und in der Entstehung ganz analog den gleichfalls an Kambrium gebundenen kalkigen Roteisensteinlagern der Sierra Jayona bei Fuente del Arco und den Glanzeisenerzlagerstätten von Pedroso seien, und daß sie zu Cala eben nur deshalb aus Magnetit beständen, weil hier der Eisensteinzug in den Kontakthof eines Granites eintrete. Ähnlich seien die Magneteisensteinlagerstätten von Pedro, Fregeneal, Jeres de los Caballeros u. a. zu deuten (S. 145—147).

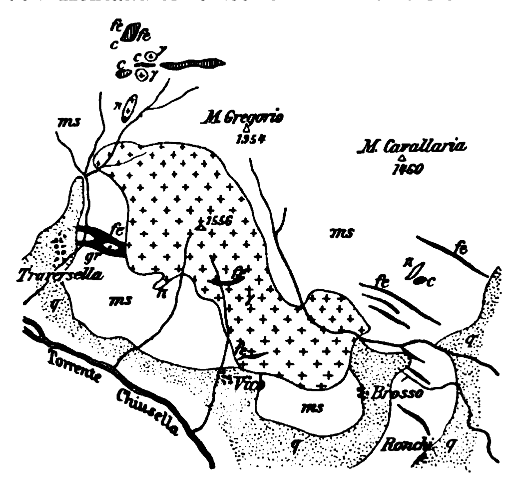


Fig. 239. Geologische Kartenskizze der Umgebung von Brosso und Traversella. *ms* Glimmerschiefer, *γ* Syenit, *π* Porphyrgänge, *c* kristalliner Kalk, *gr* Granatfels, *fe* Eisenerzmassen, q Quartär. Maßstab 1 : 97000. (Novarese, 1901.)

Nach Novarese gehören, wie dies schon von v. Groddeck vermutet worden war, die Lagerstätten von **Traversella und Brosso,**[1]) NW. von Ivrea in Piemont (Fig. 239), die berühmten Fundorte prächtig kristallisierter Mineralien, zu den Kontaktlagerstätten. Zu Brosso werden Schwefelkies und Eisenglanz, zu Traversella wurden neben vorwaltendem Magnetit auch Pyrit und Kupferkies gewonnen. Beide Vorkommnisse stehen in genetischer Beziehung zu einem bald als Syenit, bald als Diorit bezeichneten Gestein; dasselbe durchbricht nach Novarese als eine zu Tage $4^1/_2$ km lange und bis zu 2 km breite Masse Glimmerschiefer, in welche linsenförmig anschwellende Kalkbänke eingelagert sind. Der Glimmerschiefer ist reich an eklogitischen

---

[1]) D'Aubuisson de Voisins, Statistique minéralogique du département de la Doire; Journ. d. Mines, XXIX, 1811, besonders 337. — Burci, L'elettricità applicata alla preparazione meccanica del minerale di rame estratto dalla miniera di Traversella in Piemonte; Nuovo Cimento, XII, 1860. — Dass., übersetzt von C. Bod in Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXI, 1862, 101—102. — Novarese, L'origine dei giacimenti metalliferi di Brosso e Traversella in Piemonte; Boll. R. Comit. geol., 1901, No. 1. — Ders., Die Erzlagerstätten von Brosso und Traversella in Piemont; Ztschr. f. prakt. Geol., X, 1902, 179—187. — Sclopis e Bonacossa, Monografia sulle miniere di Brosso (Circondario d'Ivrea), Turin 1900. — v. Groddeck, Erzlagerstätten, 186—187. — Lotti, Depositi dei minerali metalliferi, 56—58. — Baretti, Geologia della provincia di Torino, 1893, 657—667.

Einlagerungen und wird selbst manchmal zu einem ähnlichen Gestein, indem er Omphacit, Granat und eine glaukophanartige Hornblende (Gastaldit) aufnimmt.

Zu Traversella liegt die Lagerstätte im unmittelbaren Kontakt mit dem Eruptivgestein und erreicht an ihm ihre größte Mächtigkeit. Sie besitzt im allgemeinen eine schichtartige, dem Streichen des Glimmerschiefers parallele Bänderung, welche durch eine Wechsellagerung von dolomitischem Kalk und Magnetit bewirkt wird. Wie Fig. 240 zeigt, verläuft ein Teil der Lagerstätte längs des Kontaktes selbst. Von dem Kalkstein, welcher durch die Erze verdrängt wurde, ist nach Novarese, der den dolomitischen Kalk der Lagerstätte für sekundär ansieht, nichts mehr vorhanden; eine mächtige Zwischenlagerung von Kalksilikaten aber, bestehend aus Epidot, Pyroxen (Pyrgom), Chlorit, Granat, Hornblende (Traversellit) und von Kalksilikathornfels weist mit Sicherheit auf die frühere Anwesenheit von Kalkstein hin. Die auf der Lagerstätte einbrechenden Mineralien sind folgende: Magnetit, Pyrit, Kupferkies, Dolomit, Kalkspat, Mesitinspat, Aragonit, Quarz, Eisenglanz, Bleiglanz, Magnetkies, Markasit, Arsenkies, Antimonit, Blende, Cerussit, Malachit, Brauneisen, ferner Wolframit, Molybdänit, Scheelit, Fluorit; Klinochlor, Talk, Steatit und Serpentin (Villarsit).[1])

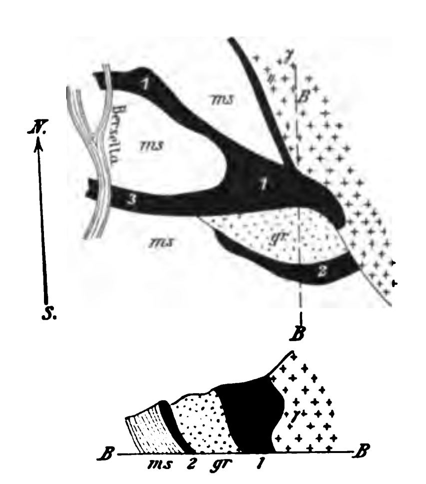


Fig. 240. Grundriß und Profil durch die Lagerstätte von Traversella. ms Glimmerschiefer, γ Syenit, gr Granatfels, 1—4 Erzmassen. (Burci, 1860; Novarese, 1901.)

Die Lagerstätte von Traversella ist nach d'Aubuisson etwa 500 m lang, bis zu 300 m breit und war nach Burci im Jahre 1811 bis zu einer Tiefe von 400 m bekannt. Im Jahre 1860 hatten die Strecken eine Länge von etwa 75 km; infolge der unvernünftigen Abbauweise war der Betrieb stets durch Einsturz der großen Weitungsbaue gefährdet. Hauptgegenstand des Bergbaues ist das Magneteisen gewesen, das bald für sich allein, bald mit Kupfer- und Schwefelkies durchmengt auftrat. Die Kiese kamen in teilweise enormen Massen vor. Die jetzt fast unzugänglichen Baue dürften z. T. schon aus der römischen Kaiserzeit stammen; die Gruben werden im XVI. Jahrhundert erwähnt und haben lange Zeit hindurch jährlich über 8000 t Erz geliefert. Schon in den sechziger Jahren war der Betrieb nur noch geringfügig. Neuerdings werden wieder Aufschlußarbeiten vorgenommen.

Brosso liegt 6 km nordwestlich von Jvrea und etwa 3 km westlich der das Gebiet entwässernden Dora Baltea und am südöstlichen Ende der Syenitmasse, deren Beziehungen zu den Lagerstätten von Traversella oben besprochen worden sind. Auch hier sind die Lagerstätten von Pyrit und Eisenglanz an

---

[1]) Strüver, Mem. Acc. Torino, XXIV, 1869, 51. — Danach Hintze, Handbuch der Mineralogie, I, 1900, 742.

zahlreiche in den Glimmerschiefer eingelagerte Kalksteinbänke gebunden. Bald kommen beide Mineralien getrennt vor, bald finden sie sich gemeinschaftlich, sie können jedenfalls als gleichalterige Bildungen betrachtet werden. Die Ausdehnung dieser Erzlager ist stets eine große; sie sind vorzugsweise an die Grenzflächen zwischen den Kalksteineinlagerungen und Schiefern (Fig. 241) gebunden. Im ganzen haben sie eine unregelmäßige Gestalt und bilden bald mächtige Massen von fast ganz reinem oder mit Kalkspat oder Quarz durchmengtem Erz, oder das letztere durchzieht den Kalkstein in feinen Adern nach den verschiedensten Richtungen oder bildet darin größere oder kleinere Einsprengungen. Die Erzkörper werden bis über 20 m mächtig. Sehr selten ist der Kupferkies, der übrigens innerhalb des Pyrits deutlich gangförmig, also als jüngere Bildung auftritt; auch Magnetkies und Magnetit, letzterer in größerer Menge, kommen vor, werden aber nicht abgebaut. Von sonstigen Mineralien werden Markasit, Arsenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Bournonit, Spateisenstein und

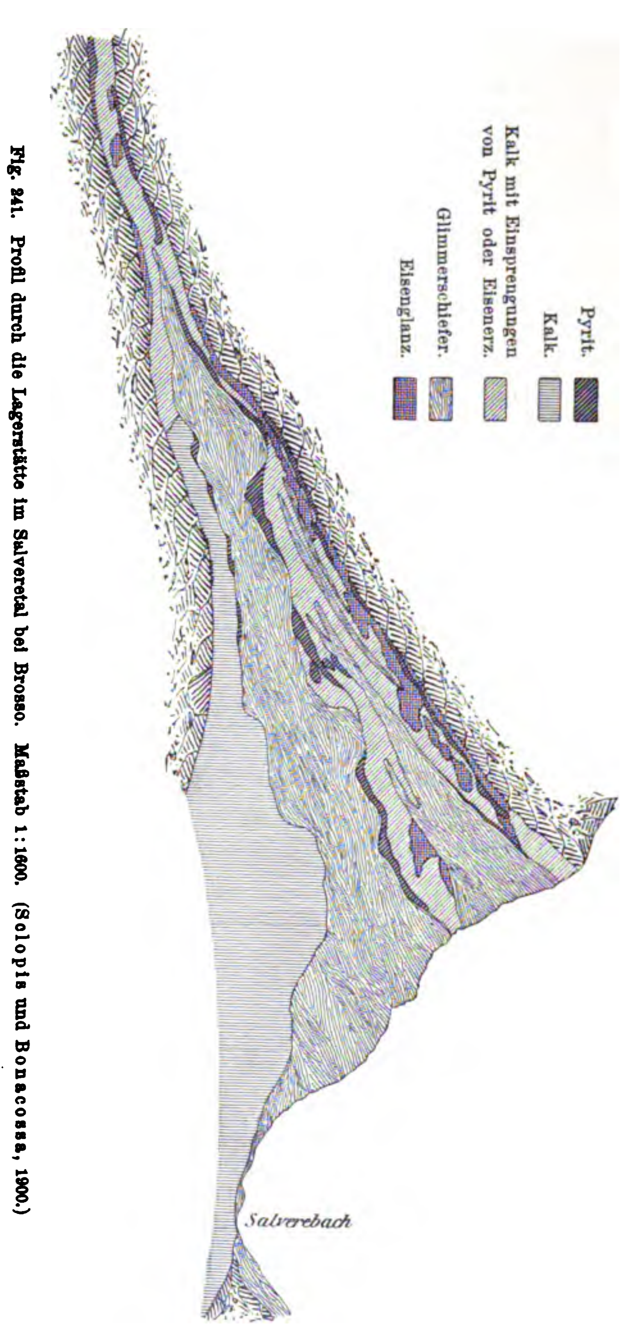


Fig. 241. Profil durch die Lagerstätte im Salveretal bei Brosso. Maßstab 1:1600. (Solopis und Bonacossa, 1900.)

Goethit genannt. Die auf den Lagerstätten von Traversella usw. einbrechenden **Silikate** scheinen hier zu fehlen; eine Umwandlung von Kalkstein in Kalksilikathornfels (mit Pyroxen und Epidot) ist bis jetzt einmal unterirdisch beobachtet worden, und Novarese schließt daraus auf die geringe Entfernung des Diorits, der übrigens noch nirgends angefahren worden ist. Man hat Kalksteinlager auf 600 m im Streichen und auf über 400 m im Fallen verfolgt und dabei einen steten Wechsel von Erzmassen mit taubem Gestein festgestellt; in letzteren erreichten die reinen Pyrite Mächtigkeiten bis über 20 m und im Streichen und Fallen eine Ausdehnung von mehreren Dekametern. Man kennt eine ganze Reihe von solchen erzführenden Kalksteinlagern und andere werden immer wieder erschlossen (Fig. 242). Im Jahre 1900 standen vier im Abbau.

Die etwa OW. streichenden und 30—40° S. einfallenden Lagerstätten werden von sieben bis acht N. 60—80° O. gerichteten und nach NW. einfallenden Verwerfungen durchkreuzt, deren Verwurfhöhe höchstens 10—12 m beträgt und die innerhalb eines Raums von etwa 2 km Breite näher bekannt sind. Sie führen stellenweise Erze, nämlich goldhaltigen Pyrit, (der Pyrit der „Lager" ist goldfrei), Markasit, Arsenkies, silberhaltigen Bleiglanz, Kupferkies, wenig Blende und vielleicht auch Bournonit und Federerz; Gangarten sind Quarz und Spateisenstein. Einer dieser Gänge, der Deymars, wurde in früherer Zeit als Silbererzgang abgebaut. Nur selten sind diese Verwerfer indessen wirkliche offene Spalten und wo sie angefahren worden sind, waren sie fast immer erzfrei. Sie durchsetzen sowohl die Schiefer und Kalke wie den Diorit.

Fig 242. Profil durch die Lagerstätten von Brosso. Maßstab 1:11250. (Sclopis und Bonacossa, 1900.)

Bezüglich der Entstehung der Lagerstätten von Brosso gehen die Ansichten Novareses und Bonacossas auseinander. Beide halten sie für metasomatische Verdrängungen des Kalksteins. „Die Tatsache, daß sich immer eine Anreicherung von Pyrit auf den Lagerstätten dort vorfindet, wo dieselben von einer Verwerfung durchkreuzt werden, ist für die Gruben von Brosso charakteristisch.“ (Bonacossa.) Daß die durch die Verwerfungen verschobenen Kalksteine erst nach der Aufreißung der Spalten in Erze umgewandelt worden seien, möchte Bonacossa aus dem Mangel von Gleitflächen im Kiese schließen und ferner beobachtet er, daß die neben dem Verwerfer liegenden Lagerteile nicht zusammenpassen, wenn man sie sich in ihren früheren Zusammenhang zurückversetzt denkt. Hieraus und aus anderem folgert er, daß die Verwerfungen älter sein müßten als die Lagerstätten und daß die Spalten die Wege für Thermen gewesen seien, welche die Kalksteine umwandelten. Dabei betont Bonacossa ausdrücklich, daß sich nirgends der Nachweis erbringen lasse, daß die zwischen die Schiefer eingelagerten Diorite Intrusivgesteine seien; er hält dieselben demnach für alte mit der Entstehung der Schiefer gleichzeitige Ergüsse, welche auf die Entstehung der Lagerstätten keinen Einfluß ausgeübt haben könnten. Novarese möchte hingegen in den Dioriten Intrusionen erblicken, welche erst nach der Oligocänzeit im Zusammenhang mit der Alpenauffaltung in die Glimmerschiefer hineingepreßt worden seien und diese und besonders die Kalksteine im Kontakt umgewandelt haben sollen. Alle Lagerstätten im Gebiete von Traversella und Brosso, auch die den Diorit selbst durchsetzenden Gänge, seien eine Folge dieser Intrusionen; daß die Erzführung in dem Gebiete eine so verschiedenartige ist, führt er darauf zurück, „daß entsprechend den verschiedenen Phasen der Dioritverfestigung nach dem eruptiven Akt Erze verschiedener Art in verschiedener Weise sich ablagerten“.

Der Bergbau von Brosso besteht vermutlich schon seit der Zeit der römischen Kaiser, hatte indessen in früherer Zeit wahrscheinlich den silberhaltigen Bleiglanz auf den Gängen zum Gegenstand. Seit 1769 wurde der Pyrit zur Vitriolfabrikation gewonnen, die indessen seit 1872 gänzlich eingestellt ist. In neuerer Zeit hat der Bergbau einen größeren Aufschwung genommen; man fördert ausschließlich den Pyrit, welcher jetzt der Schwefelsäurefabrikation dient. Die jährliche Förderung beträgt gegenwärtig etwa 25000 t.

Zu Montaieu durchbrechen zwei kleine Syenit- (oder ? Diorit-) massen eine Zone von Kalklinsen; in denselben tritt in der Nähe des Eruptivgesteins Magnetit auf. Die zwischen den beiden Syenitdurchbrüchen liegende Kalkpartie ist aber vollständig umgewandelt in Pyroxen, Epidot, Granat, Amphibol, Apatit usw. Weitere Kieslagerstätten in Piemont sind schon S. 284 besprochen worden.

Zu denjenigen Gebieten, in welchen der Zusammenhang zwischen Eruptivgesteinen, Erzlagerstätten mannigfacher Art, Thermen und Exhalationen von Borsäure und Schwefelwasserstoff am deutlichsten hervortritt, gehört in dem toskanischen Erzgebirge ganz besonders die Umgebung von Massa Marittima, Campiglia Marittima und die Ostküste von Elba. Von den Kupfererzgängen bei Massa, die nach Lotti teilweise von metasomatischen Veränderungen des Nebengesteins begleitet sein sollen und sich durch eine für Erzgänge ganz einzigartige Kontaktmetamorphose auszeichnen, war schon (S. 817) die Rede. Sie werden von einem Eruptivgestein nicht begleitet und die erwähnte Kontaktmetamorphose wird nur in der nächsten Nähe der Lagerstätten beobachtet; den Erz absetzenden Lösungen selbst müssen deshalb gewisse Eigenschaften eines sauren Eruptivmagmas zugeschrieben werden. Auch die etwas sulfidhaltigen, z. T. merklich kupferführenden Eisensteinmassen Elbas zeigen keinen sichtbaren Zusammenhang mit Eruptivgesteinen. Dieser ist dafür um so zweifelloser

in den kupfer- und bleierzführenden Silikatlagerstätten im Kalkstein von Campiglia Marittima, die als eine unmittelbare Aussonderung aus einem sauren Magma bezeichnet werden müssen.

Der Erzdistrikt von **Campiglia Marittima**[1]) liegt der Insel Elba gegenüber und gehört in geologischer Hinsicht mit ihr zu einer Einheit von Erscheinungen. Die erzführende Zone zieht sich von dem SSW. von der Stadt gelegenen, 264 m hohen Monte Valerio bis in die Umgebung des 646 m hohen, die Gegend beherrschenden Monte Calvi und ist etwa 5 km breit. Die im SW. von Campiglia gelegenen Zinnerzlagerstätten sind schon S. 1130 beschrieben worden. Sie treten teils gangförmig, teils als metasomatische Lagerstätten in unverändertem Kalkstein auf; der Zinnstein wird von Brauneisenerz begleitet und stand ursprünglich sicher in engem Zusammenhang mit einer Ansiedelung von Pyrit. Irgend eine Beziehung zu den Eisenerzmassen der gegenüberliegenden Küste von Elba läßt sich an den gegenwärtigen Aufschlüssen nicht beweisen. Ganz anderer Art sind die Lagerstätten, die man in Entfernungen von 2—4 km nordwestlich von Campiglia bei Temperino, S. Silvestro und Casa Lanzi am Monte Rombolo zu wiederholten Malen abgebaut hat und auf denen auch gegenwärtig wieder Bergbauversuche umgehen. Sie stehen in allerengster Beziehung zu Orthoklasgesteinen. Die Umgebung von Campiglia wird von folgenden jungen Eruptivgesteinen durchsetzt: von einer größeren Masse eines Quarztrachytes mit teils mikrofelsitischer, teils glashaltiger Grundmasse im Nordwesten, von einer kleinen Granitmasse, die mesozoische Kalksteine durchbricht, und von Porphyrgängen, die den Charakter der Granitporphyre mit dem der quarzführenden Trachyte verbinden. Als mehr oder weniger unmittelbare Begleiter der Erzlagerstätten sind nur die letzteren von Bedeutung. Sie sind cordieritführend und erscheinen in einer dunkleren und lichteren Varietät, von denen die erstere, 58 % Kieselsäure enthaltende, von vom Rath als Augitporphyr bezeichnete etwas älter ist als der lichte „Quarzporphyr" oder Granitporphyr mit 71 % Kieselsäure. Es ist dazu noch zu bemerken, daß ganz be-

[1]) F. Hoffmann, Geognostische Beobachtungen auf einer Reise durch Italien und Sicilien; Karst. Arch., XIII, 1839, 25—30. — Pilla, Sur les filons pyroxéniques de Campiglia; Compt. rend., XX, 1845, 811—816, zit. von vom Rath. — Burat, Géologie appliquée, I, 1855, 335—338. — Vogelsang, Philosophie der Geologie, 1867, 143—144. — vom Rath, Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien; II. Teil, VII. Die Berge von Campiglia in der toskanischen Maremme; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XX, 1868, 307—363, Lit. — Ders., Quarzführender Trachyt von Campiglia Marittima; ebenda XVIII, 1866, 639—640. — Dalmer, Die Quarztrachyte von Campiglia und deren Beziehungen zu granitporphyrartigen und granitischen Gesteinen; N. Jahrb., 1887, II, 206—221. — Lotti, Correlazione di giacitura fra il porfido quarzifero e la trachite quarzifera nei dintorni di Campiglia Marittima e di Castagneto in Provincia di Pisa; Att. Soc. Tosc. Scienz. nat., VII, fasc. 1; Ref. N. Jahrb., 1886, I, —261—. — Ders., Le roccie feldspatiche dei dintorni di Campiglia Marittima (Toscana); Boll. R. Com. Geol., XVIII, 1887, 27—50. — Ders., Sulla genesi dei giacimenti metalliferi di Campiglia Marittima in Toscana; ebenda 1900, No. 4. — Bergeat, Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätten von Campiglia Marittima (Toscana), insbesondere des Zinnsteinvorkommens dortselbst; N. Jahrb., 1901, I, 135—156.



sonders der weniger verbreitete „Augitporphyr“ allerlei Umwandlungen erlitten hat. Das wesentlichste Sedimentärgestein der Gegend bildet ein ziemlich deutlich geschichteter Kalkstein, der zum geringeren Teil der Trias zugerechnet, in der Hauptsache als unterer Lias bezeichnet wird. Im ganzen weiteren Bereiche der eruptiven Gänge und der Erzlagerstätten ist er in einen sehr feinkörnigen, schneeweißen Marmor umgewandelt, was auf eine in geringer Tiefe ruhende Gesteinsmasse hinweist, als deren Apophysen die Porphyre zu betrachten sind. Diese letzteren bilden zwei ungefähr 500 m voneinander entfernte, SO.—NW. streichende, vielfach unterbrochene und unter der Kalksteindecke verschwindende Gänge, denen zwei in gleicher Weise absätzige, in ihrer Mächtigkeit wechselnde, aber zweifellos an tektonische Spalten gebundene Züge von Erzvorkommen entsprechen. Letztere sind den Porphyren benachbart und werden stellenweise, aber nicht immer von ihnen begleitet oder durchbrochen. Die zahlreichen Hauptaufschlußpunkte sind beiderseits auf 1,5—2 km Länge verteilt.

In ihrem Wesen und in ihrer mineralogischen Zusammensetzung unterscheiden sich die Erzlagerstätten von Campiglia erheblich von weitaus der größten Zahl der sonstigen Kontaktlagerstätten. Sie bestehen in der Hauptsache aus Augit und Ilvait. Der Augit ist teils ein schwarzgrüner oder braungrüner Eisenkalkmanganaugit (49,06 SiO_2, 0,19 Al_2O_3, 26,23 FeO, 9,04 MnO, 11,36 CaO, 3,42 MgO, 0,38 H_2O nach vom Rath), mehr untergeordnet ein hellbrauner, schön pfirsichblütroter oder graugrüner Mangankalkaugit (49,23 SiO_2, 0,37 Al_2O_3, 18,72 CaO, 1,81 MgO, 1,72 FeO, 26,99 MnO, 1,54 H_2O); er bildet strahlige und zugleich konzentrisch schalige Kugeln von mikroskopischer Kleinheit bis zu Durchmessern von 2—3 m oder aus strahligen Keilen zusammengesetzte Lagen. Der selten kristallisierte, meistens in pechschwarzen derben Massen auftretende Ilvait ist in allen Mengenverhältnissen mit ihm verwachsen, indem er bald den Mittelpunkt eines Strahlensystems, bald Lagen zwischen den Augitschalen bildet und offenbar mit dem Augit völlig gleich alt ist. Dasselbe gilt für die in wechselnden Mengen und im ganzen ziemlich spärlich auftretenden Sulfide Pyrit, Kupferkies, den oft sehr grobblätterigen Bleiglanz (mit 0,075 % Silber), die honiggelbe oder dunkelbraune Zinkblende und einen Teil des Quarzes, sowie für den farblosen Flußspat, der die Erze stellenweise in merklicher Menge begleitet. Die letzteren bilden daher oft den Kern der Augitkugeln oder durchwachsen sie als gleichalterige Bildungen; teilweise haben sie sich auch nach ihrer Verfestigung angesiedelt. Nach vom Rath trat kristallisierter Quarz auch drusenförmig als Kern der Augitkugeln auf, als äußerste Schale von größerer oder geringerer Mächtigkeit sondert er oft die Augitsphäroide von dem Kalkstein.

Die Einwanderung des Erzsilikatgemisches in den Marmor geschah längs Spalten und Klüften, so daß dasselbe z. T. sehr mächtige gangförmige Lagerstätten in ihm bildet. Andererseits treten die kugelig abgesonderten Massen mit ziemlichen Dimensionen wie isoliert in dem Nebengestein auf und längs der Peripherie der Lagerstätten läßt sich beobachten, wie z. T. auf allerfeinsten Haarklüften Quarz, Silikate und Erze in den Kalk eingedrungen sind und ihn geradezu weggeätzt haben; in den Spältchen zeigt sich dabei eine bilateral

symmetrische Struktur. Von der Feinheit und Mannigfaltigkeit der hierbei entstehenden oft fast mikroskopisch kleinen Lagerstätten kann eine kurze Schilderung ebensowenig einen Begriff geben, wie von den mannigfaltigen und höchst merkwürdigen Strukturverhältnissen dieser wohl einzigartigen Lagerstätten überhaupt (Fig. 243—246).

Höchsteigenartig ist das Verhältnis zwischen dem Silikaterzgemisch und den mit ihm in Berührung tretenden Porphyren. Wo das saurere Ganggestein die Lagerstätte durchsetzt, haben der Ilvait und der Augit das Material zur Bildung von Epidot hergegeben, der innig mit Quarz verwachsen ist; letzterer begleitet als ein kristallin drusiges Salband den selbst etwas veränderten und etwas pyritführenden Granitporphyr, gerade so

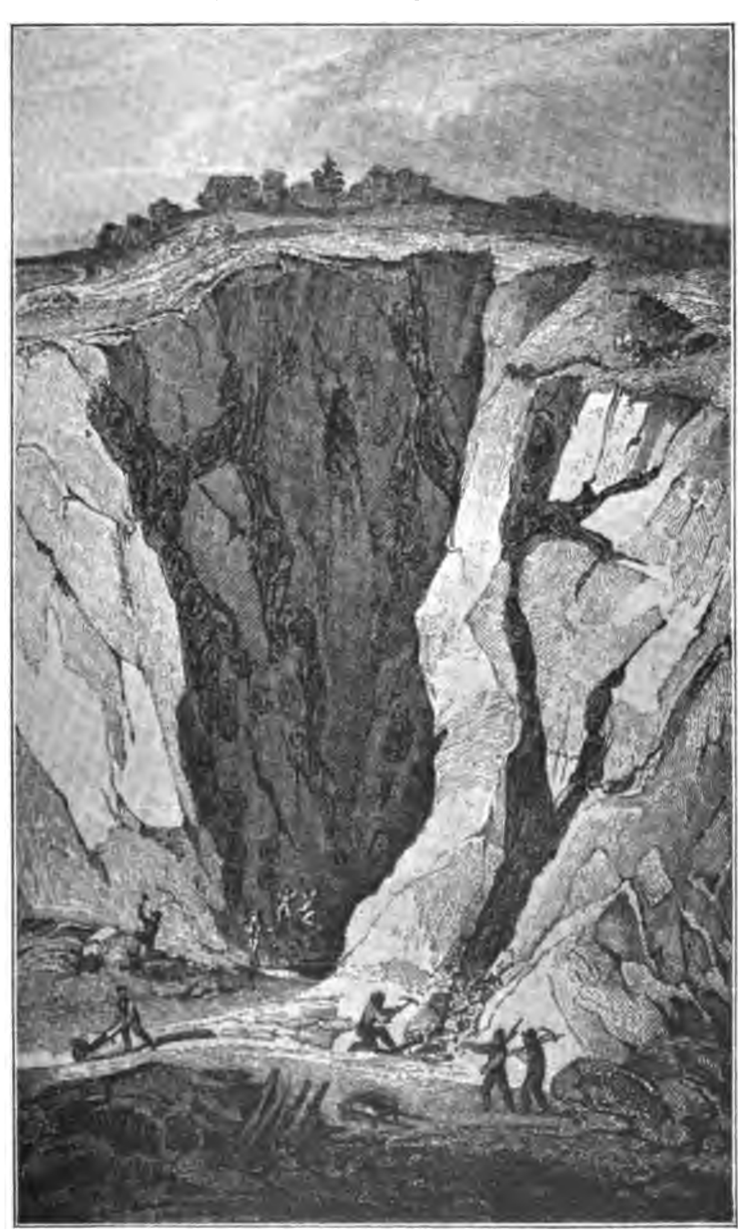


Fig. 243. Die Cava del Piombo bei Campiglia. (Burat, 1855.)

als ob er unmittelbar aus diesem ausgeschieden worden wäre (Fig. 245). Noch merkwürdiger sind die Beziehungen zwischen dem „Augitporphyr“ und der Lagerstätte. Wo diese beiden in Berührung treten, erfährt die letztere keine Veränderung, sie verhält sich vielmehr genau so, als ob sie selbst noch nicht verfestigt gewesen wäre. Nach vom Rath soll das Ilvait-Augitgemenge mitunter Brocken des Augitporphyrs enthalten, am Coquandschacht (Fig. 246) ist es aber zweifellos, daß er in den Ilvait eingedrungen ist. vom Rath glaubt, daß die chemische Zusammensetzung des „Augitporphyrs“ erheblich durch die Nachbarschaft der Pyroxen-Ilvaitmassen beeinflußt worden sei. Das Silikaterzgemenge war nach allem eine Art eruptiver, sehr leichtflüssiger Brei, der die Eigenschaft hatte, intensiv korrodierend auf den Kalkstein einzuwirken; seine chemische Zusammensetzung war durch die Auflösung des letzteren beeinflußt, im übrigen aber bestand er aus verhältnismäßig wenig Kieselsäure, viel Eisen, viel Mangan, sehr wenig Tonerde und Magnesia, aus Kupfer, Zink, Blei, Schwefel, Flußsäure, ein wenig Silber und wohl auch aus Wasserdampf und Kohlensäure. Gegen die Bezeichnung dieser Stoffmasse als ein Magma im gewöhnlichen Sinne sprechen petrographische und chemische Gründe; zweifellos aber hat man es in ihm mit Bestandteilen des ursprünglichen Magmas zu tun, die bei der eigentlichen Gesteinsbildung ausgestoßen und durch den Kalkstein festgehalten wurden. Die Lagerstätten von Campiglia zeigen demnach einen höchst merkwürdigen Zerfall des ursprünglichen Magmas, dessen eines Produkt die Ausscheidung von Erzsilikatmassen war; sie liefern ferner den Beweis, daß silikatführende Kalksteine, wie sie in so manchen Schiefergebirgen auftreten, unter Substanzzufuhr seitens be-



Fig. 244. Lagerstätte in der Grube Temperino. (Burat, 1855.)



Fig. 245. Profil am Monte Rombolo. *K* Liaskalk, *A* Augit, *J* Ilvait, *E* Epidot mit Pyritwürfeln imprägniert, *Q* drusiges Quarzsalband, *P* Granitporphyr. Die Augitzone ist 0,3 m breit und von dem Kalkstein durch eine schmale Quarzlage getrennt. (Skizze von Bergeat, 1900.)

nachbarter Eruptivgesteine entstanden sein können, und daß zu einer solchen Umwandlung schon die Anwesenheit feinster Spältchen genügte, von denen aus die Lösungen das Gestein durchdringen und aufzehren konnten. Schon vom Rath hat in solcher Hinsicht vergleichende Erörterungen angestellt.

Die Angabe Coquands (zitiert von vom Rath), daß zu Campiglia auch Granat und Magnetit vorkämen, ist bisher ohne Bestätigung geblieben. In den sehr ausgedehnten uralten, z. T. von den Etruskern herrührenden und mit viel Geschick hergestellten Bauen, sowie auf den alten Halden finden sich mancherlei Neubildungen, darunter Galmei, Kieselzinkerz, durch Kupfer grün- oder blaugefärbter Gips, Rotkupfererz, Kupfervitriol, Kieselkupfer, Aurichalcit ($[(Zn, Cu) OH]_2 CO_3 . 2 (Zn, Cu) [OH]_2$) usw. Die eisenhaltigen Silikate verwittern leicht zu Brauneisenstein und Manganoxyden.

Schon die Alten müssen ziemlich viel Erz mittels ihrer nach hunderten zählenden Schächte aus den Lagerstätten geholt haben; auch die großen Schlackenmassen im Temperinotale zeugen davon. Dieser Umstand und die große Un-

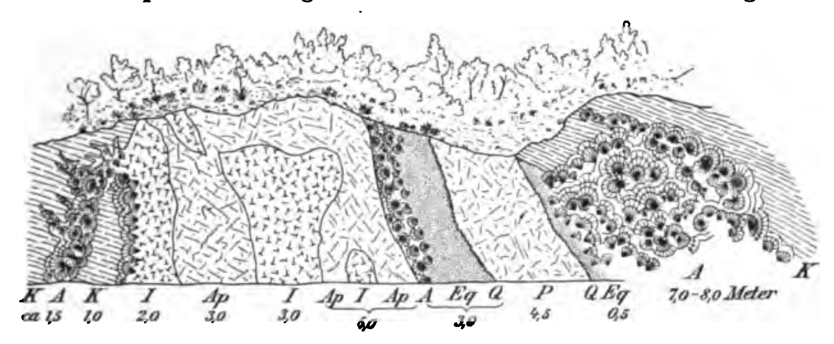


Fig. 246. Profil am Coquand-Schacht, Temperino bei Campiglia. *K* Liasmarmor; *A* Augit, Quarz, Flußspat, Ilvait, Sulfide, Kalkspat; *J* derber Ilvait vorwaltend; *Ap* Augitporphyr; *Eq* Quarzepidotfels; *Q* quarziges Salband; *P* Quarzporphyr (Granitporphyr). (Bergeat, 1901.)

beständigkeit der Erzführung nach Art und Menge hat die im XIX. Jahrhundert zu wiederholten Malen vorgenommenen Bergbauversuche nicht zu größerem Erfolge gedeihen lassen. Trotzdem hat eine englische Gesellschaft vor wenig Jahren die neuerliche Ausbeutung dieser Lagerstätten durch den Bau großer Aufbereitungsanlagen usw. vorbereitet; über dementsprechende Erfolge hat bisher noch nichts verlautet.

Die 236 qkm große, 25 km lange **Insel Elba**[1]) besteht aus drei landschaftlich und im ganzen auch geologisch verschiedenen Abschnitten. Der

---

[1]) Hoffmann, Geognostische Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien usw.; Karst. Arch. f. Mineralog., Geogn., Bergb. u. Hüttenk., XIII, 1839, 32 bis 42. — Kranz, Geognostische Beschreibung der Insel Elba; ebenda XV, 1841, 347—424. — Burat, Géologie appliquée, I, 1855, 332—335. — vom Rath, Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien; III. Die Insel Elba; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXII, 1870, 591—731, bes. 693—726, Lit. — Czyskowsky, Exploration géologique et industrielle des régions ferrifères de l'Ile d'Elbe, 1882; mehrfach zitiert. — d'Achiardi, I Metalli, II, 1883, 194—201. — Reyer, Aus Toskana, 1884. — Lotti, Descrizione

Westen wird hauptsächlich von der 1019 m hohen, zackigen Erhebung des aus posteocänem Granit bestehenden Monte Capanne gebildet; den mittleren hügeligen Abschnitt bauen teilweise turmalinführende Granitporphyre einerseits und Diabase, Gabbros und Serpentine andererseits auf; den östlichen Teil der Insel bilden zwei Halbinseln, die von Rio im Norden und die Calamita bei Capoliveri im Süden. Fast nur auf diese beiden sind die Eisenerzlagerstätten Elbas beschränkt. Die ältesten Schichten dieses Gebietes sind dort gneisartige, turmalinführende Schiefer und darüberliegende, mit mehr oder weniger mächtigen Kalkeinlagerungen wechselnde Glimmerschiefer, denen vorsilurisches Alter zugeschrieben wird. Die gneisartigen Schiefer werden von einer ungeheuren Menge sich verzweigender, turmalinführender Granitgänge durchädert; sie und die untergeordneten, sie bedeckenden Schiefer und Kalksteine bilden in kuppelförmiger Aufwölbung den Monte Calamita; die dortigen Eisenerzlagerstätten sind an die letzteren gebunden. Weiterhin treten diese Schichten, und vorzugsweise wieder die gneisartigen, liegenden, bis Rio Marina, etwa 11 km nördlich von der Calamita, in einem mehr oder weniger breiten Streifen längs der Küste als die Unterlage jüngerer Gebilde hervor, aus denen die Halbinsel von Rio besteht. Diese zeigt den Bau eines ziemlich scharfgratigen Kettengebirges, das Streichen der Schichten ist annähernd parallel der Küste. Über der vorhin erwähnten älteren Unterlage folgen sich hier untergeordnete Serpentine, silurische Schiefer, permische glimmerige Schiefer, Quarzite und Konglomerate (Verrucano), die zelligen Rhätkalke, unterliasische Kalksteine und oberliasische Posidonienschiefer; diese bilden bis zu einige hundert Meter Höhe den östlichen, der Küste benachbarten Abhang des Gebirges und kommen, soweit sie soeben im Druck hervorgehoben wurden, beinahe allein als Nebengestein der dort auftretenden Eisenerzlagerstätten in Betracht. Der Kamm und der Westabhang der Kette bestehen aus Eocän, Serpentin, Gabbro, Diabas und Granitporphyr. In dem erzführenden Gebiete ist das Einfallen der Schichten meistens ein westliches. Die Eisenerzlagerstätten finden sich in einer 15 km langen, im allgemeinen nordsüdlich, also dem Verlaufe der Ostküste und dem Schichtenstreichen etwa parallel gerichteten Zone, die wenige Kilometer südlich

geologica dell'Isola d'Elba; Mem. descr. d. Carta geologica d'Italia, II, 1886, Lit. — Ders., Carta geologica dell'Isola d'Elba, 1886. — Ders., Proc. verb. Soc. Tosc. Scienz. Nat., 14. I. 1883, zitiert von d'Achiardi. — Ders., Über die Entstehung der Eisenerzlagerstätten der Insel Elba und der toskanischen Küstenregion; Geol. För. Förh., XIII, 1891, 599—603. — Ders., Die Eisenerzlagerstätten und die Feldspateruptivgesteine der Insel Elba; Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 30—31. — Ders., Depositi dei minerali metalliferi, 1903, 71—74. — Ders., A proposito di una recente scoperta di minerali plumbo-argentiferi all'Isola d'Elba; Rass. min., XXI, No. 16, 1904. — Savi, Sulla costituzione geologica dell'isola d'Elba; N. Giorn. Lett., XXVII, 1833. — Studer, Sur la constitution géologique de l'île d'Elbe; Bull. Soc. géol. de France (1), XII, 1841. — Cocchi, Descrizione geologica dell'isola d'Elba; Mem. Com. geol. d'Italia, I, 1871, samt den beiden vorigen zitiert von Lotti. — Fabri, Relazione sulle miniere di ferro dell'Isola d'Elba; Mem. descr. della Carta geol. d'Italia, III, 1887, mit Atlas. — Dalmer, Die geologischen Verhältnisse der Insel Elba; Ztschr. f. d. Naturw., LVII, 1884, 258—290.

von der Nordspitze der Insel beginnt und in deren südlichstem Teil an der Punta della Calamita endigt. Große, durch ihre roten Halden schon weithin erkennbare, uralte Tagebaue ziehen sich von der Küste bis über 200 m Höhe an den Berghängen hinauf.

Die auf Elba gewonnenen Eisenerze sind Roteisenstein und Eisenglanz, Magneteisenstein und Brauneisenerz; das Mengenverhältnis der ersteren ist ein wechselndes, das letztere aus diesen hervorgegangen. Pyrit ist relativ häufig, aber stets nur untergeordnet; stellenweise nicht unwichtig, aber niemals abbauwürdig, sind Beimengungen von Kupferkies und seinen Verwitterungsprodukten. Selten ist der Bleiglanz samt Weiß- und Vitriolbleierz, noch spärlicher die eisenreiche Blende, Kobaltglanz, Arsenkies, Leukopyrit, Kobaltblüte und Asbolan; auch Titaneisen wird erwähnt. Quarz, Feldspat, Steinmark, sowie Kalkeisensilikate in örtlich sehr wechselnder Menge und Bedeutung sind die Gangarten. Dazu kommen noch allerlei Umwandlungsprodukte.

Man unterscheidet auf Elba hauptsächlich vier Lagerstättengruppen: Rio Albano-Calendozio, Rio-Vigneria-Giove, Terranera und Capobianco bei Porto Longone und Calamita. Diese sind an verschiedene Schichtenhorizonte gebunden und mineralogisch mehr oder weniger verschieden; erstere drei führen hauptsächlich Roteisenstein und Eisenglanz, letztere vorzugsweise Magneteisenstein. Die das Erz begleitenden Schiefer sind häufig tiefgehend zersetzt, gebleicht und in Ton und Kaolin umgewandelt („bianchetti"). Im Norden bei Rio Albano und Calendozio bilden die permischen Konglomerate, die selbst intensiv von Eisenglanz durchtrümert werden, das Liegende der zumeist aus kompaktem Hämatit bestehenden Erzmasse, im Hangenden ruht der Posidonienschiefer; für die Altersbestimmung des Erzes ist ein ganz untergeordnetes Vorkommen im Eocänkalke von Wichtigkeit. Berühmt wegen ihrer prachtvollen Kristallisationen von Eisenglanz und Schwefelkies („scherzi") waren besonders früher die weiten Tagebaue von Rio und Vigneria unmittelbar nördlich von Rio Marina. Das Erz ist vorzugsweise an die Permablagerungen gebunden und tritt in diesen auch in gangförmigen Durchtrümerungen auf; es reichte hinab bis zu den Silurschiefern und ausgedehnte Massen von Brauneisenerz im Kontakt mit Rhätkalken zeigen, daß auch dieser der Verdrängung im ausgiebigsten Maße unterlegen ist. Der Eisenglanz wird von kristallisiertem Quarz, Steinmark und mitunter von adularähnlichem Feldspat begleitet. Kupferkies war gelegentlich zu beobachten und besonders neuerdings hat man an der Vigneria wieder Bleiglanz gefunden, der von Weißbleierz und Bleivitriol begleitet war; der Silbergehalt dieser Erze betrug 0,15—0,5 %. Im Brauneisenerz kommt Aragonit vor. Magnetit findet sich in untergeordneter Menge sowohl zu Rio wie im Revier von Rio Albano-Calendozio.

Während in den Lagerstätten nördlich von Rio Marina trotz ihres engen Verhältnisses zu Kalksteinen die Kalkeisensilikate fast ganz fehlen, sind diese charakteristich für alle weiter südlich vorkommenden, die von nun ab alle an die kalksteinführende, vorsilurische Schieferzone gebunden sind. Fig. 247 zeigt die geologischen Verhältnisse unmittelbar südlich von Rio: die Kalksteine sind teilweise umgewandelt in Massen von Epidot und strahligem Pyroxen; in ihrem

Liegenden finden sich längs der Grenze gegen den Kalkstein zusammen mit dem Eisenglanz die seltenen Ilvaitkristalle. Demselben Horizonte gehörten auch die jetzt fast abgebauten, aus Hämatit bestehenden, ziemlich viel Pyrit führenden Lagerstätten an der Terra nera bei Porto Longone an; dort sind die liegenden gneisartigen Schiefer durchschwärmt von zahlreichen Granitgängen, die selbst von Magnetit und Pyroxen durchtrümert werden. Von den Lagerstätten im

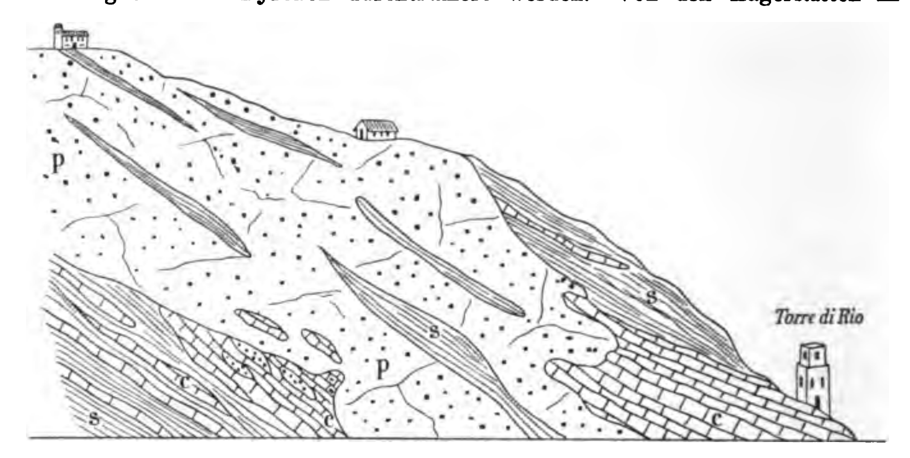


Fig. 247. Umwandlung von Kalkstein in Pyroxen-Epidotfels an der Torre di Rio. *s* Vorsilurische Schiefer, *c* Kalkstein, *p* Pyroxen-Epidotfels. (Lotti, 1886 und 1903.)

Süden der Insel sind weitaus die wichtigsten diejenigen an der Punta della Calamita und in deren nächster Umgebung, unmittelbar am Meere (Fig. 248). Zahlreiche Reste von Kalkstein liegen so in der erzführenden Pyroxenmasse, daß über die Herkunft der letzteren kein Zweifel bestehen kann; der Magneteisenstein bildet stellenweise ganz derbe, kristalline, der Schichtung des Gebirges



Fig. 248. Kombiniertes Profil durch die Lagerstätten von Calamita. *sc* Schiefer, *c* Kalkstein, *p* Pyroxen-Ilvait-Granatfels, *f* Eisenstein. (Fabri, 1887, und Lotti, 1903.)

parallele Bänke. Die ganze Eisenerzzone hat in den oberen Teilen der Tagebaue 80 m Mächtigkeit, doch ist früher der Erzreichtum der Calamita erheblich überschätzt worden. Durch die Schilderung vom Raths ist das Vorkommen von Ilvait zusammen mit braungrünem Pyroxen bekannt geworden, der an der Punta della Calamita strahlige Massen mit bis zu armlangen Individuen bildet und ganz an die entsprechenden Bildungen zu Campiglia Marittima erinnert. Der an der Calamita vorkommende braune Granat enthält 31,3 % Fe_2O_3,

26,8 % CaO und nur 3,8 % Al_2O_3.[1]) Die Anwesenheit von Kupferkies, Malachit, Kupferlasur, Rotkupfererz und Chrysokoll vermag den Wert des Erzes herabzudrücken; als weitere gelegentlich einbrechende Mineralien sind zu erwähnen: Kobaltblüte, Aragonit, Schwefel und ein von den Bergleuten als pece bezeichnetes opalartiges Mineral. Der Magnetit bildet stellenweise Pseudomorphosen nach Eisenglanz; im übrigen ist er wegen seiner starken attraktorischen Eigenschaften bekannt, die um so mehr zunehmen, je länger das Erz auf der Halde liegt.

Die Erze von Rio und Rio Albano sind die besten von Elba; sie enthalten stets ein wenig Titan, bis zu 0,04 % Phosphorsäure, wenig Schwefel und nur selten etwas Kupfer; der Magneteisenstein von Calamita dagegen führt stets bis zu mehrere Prozent Silikatgangart und fast immer 0,1—0,4 % Kupfer.

Die Entstehung der Eisenerze von Elba ist früher sehr verschieden gedeutet worden.[2]) Savi nahm an, daß die Magnetite aus Schmelzfluß, der Eisenglanz durch Sublimation entstanden sei; an eine Bildung aus dem Schmelzfluß glaubte auch Burat, während Hoffmann, Studer und Cocchi eine Sublimation für wahrscheinlich hielten. Mit Nachdruck hat vom Rath die Ansicht vertreten, daß die Pyroxen-Ilvaitmassen eruptiven Ursprungs seien; die Magnetitlager der Calamita hielt er großenteils für pseudomorph nach Roteisen- oder Spateisenstein, lehnte aber eine eruptive Entstehung der Elbaner Eisenerze ab. Reyer hielt sie für Lager. Lotti schrieb den Erzlagerstätten Elbas und zahlreichen anderen, mehr oder weniger ähnlichen einen Ursprung aus Lösungen zu, aus denen sie sich teils nahe der Oberfläche, teils im Austausch mit dem Kalkgehalt der Schichten niedergeschlagen hätten. In ähnlicher Weise haben sich auch Czyskowsky und Reyer geäußert; letzterer meinte, daß die Umwandlung und Vererzung der Schichten schon seit der Triaszeit angedauert habe, während Lotti mit besonderem Nachdruck ihre Beziehung zu den nacheocänen eruptiven Vorgängen betont. Ein Vergleich der Eisenerzlagerstätten Elbas mit anderen als Kontaktlagerstätten anzusprechenden Magnetit- und Eisenglanzmassen ergibt eine zweifellose Ähnlichkeit der Magneteisensteinlager des südöstlichen Inselteils mit den gewöhnlichen an Kalksilikate gebundenen Typen; die teilweise gangförmige und drusige Natur der Erze, das reichliche Vorkommen von Kaolin als offenbar gleichzeitige Bildung, der fast vollständige Mangel an Kontaktmineralien bildet eine Besonderheit der nördlichen Lagerstätten, die auf einen geringeren Grad der Reaktionsfähigkeit der beteiligten Lösungen oder Dämpfe hinweist. Mit den skandinavischen Eisenglanzlagerstätten dürfen sie nicht unmittelbar verglichen werden. Daß die Entstehung der Elbaner Eisenerze mit der Intrusion saurer Gesteine zusammenhängt, läßt sich auf der Insel nicht direkt beweisen, weil dort die Granitgänge überall nur im Liegenden der Lagerstätten angetroffen werden und mit diesen selbst nicht in Berührung treten. Man weiß aber sicher, daß der Capanne-Granit im Westen der Insel nacheocän ist und daß wenigstens die ganz analogen Pyroxen-Ilvaitmassen bei Campiglia von mehr oder weniger sauren Intrusivgesteinen abhängig sind. Mit allem Recht wird man deshalb die Eisenerzlagerstätten Elbas auf einen in der Tiefe ruhenden Eruptivherd zurückzuführen haben. Als echte Kontaktlagerstätten sind wohl nur die in den älteren Schichten liegenden südlichen Vorkommnisse zu bezeichnen, während für die zwischen den jüngeren Quarziten, Kalken und Schiefern auftretenden Lager zunächst nur eine höchst intensive Metasomatose, nur stellenweise unter Bildung von Kontaktmineralien, angenommen werden darf.

---

[1]) Hintze, Handbuch der Mineralogie, II, 93, nach Stagi-d'Achiardi.

[2]) Siehe die Zusammenstellung bei Lotti, 1886.



Schon die Etrusker haben die Eisenerze Elbas abgebaut, die sie in der gegenüberliegenden Stadt Populonia verschmolzen; auch Kupfer soll im Altertum hier gewonnen worden sein.[1]) Die Gruben haben erst in neuerer Zeit wieder an Bedeutung gewonnen;[2]) es betrug die ganze Produktion in den zehn Jahren 1840—1850 nur 26400 t, im Jahre 1870—1871 schon 51000 t und von da an jährlich gegen 200000 t, im Jahre 1880—1881 sogar über 400000 t. Da die besondere Lage und die geologischen Verhältnisse eine Hoffnung auf eine weitere Ausdehnung des Bergbaues weder in die Teufe noch in der Weite zulassen, so ist die baldige Erschöpfung nur durch eine Einschränkung der Förderung hintanzuhalten. Von der gesamten, 409500 t betragenden Eisenerzförderung Italiens im Jahre 1904 trafen auf die Berghauptmannschaft Florenz 402000 t und auf die Insel Elba 398000 t, gegenüber 230000 t im Jahre 1900. Am meisten Erze liefert die Gegend von Rio Albano und Rio Marina. Die Eisensteingewinnung ist durch den Staat seit 1897 auf 20 Jahre verpachtet. Man berechnet, daß bei einer jährlichen Förderung von 400000 t die Vorräte im Jahre 1920 erschöpft sein werden.[3]) Die Erze werden teils in der Hauptstadt Portoferrajo, teils zu Follonica bei Massa Marittima verschmolzen, teils durch die englischen Kohlenschiffe als Rückfracht nach England exportiert.

Auf der dem Monte Argentario gegenüberliegenden Insel Giglio[4]) kommt im Kontakt zwischen Granit und Rhätkalk, z. T. in letzterem selbst, eine besonders aus Pyrit, Kupferkies, Eisenglimmer, Quarz und Flußspat bestehende Erzmasse mit sehr wenig Blende und Bleiglanz vor. Kontaktmineralien werden von dort nicht erwähnt, ihre Analogie mit den Lagerstätten von Elba und Campiglia scheint deshalb nicht festzustehen. Die unbedeutenden Vorkommnisse von Tolfa hat Lotti[5]) mit denjenigen im Banat verglichen.

Die Pyritlagerstätte von **Gavorrano**[6]) südlich von Massa Marittima, deren oxydischer Ausstrich früher erfolglos als Eisenerz abgebaut wurde, ist an einen 3 km langen und 500 m breiten Durchbruch einer tertiären, ihrerseits von granitischen Gängen durchsetzten Granitmasse gebunden. Die umgebenden Gesteine, außer wahrscheinlich permischen Schiefern vorzugsweise obertriasische Schiefer und Kalke, rhätischer und liasischer Kalkstein zeigen deutliche Kontaktmetamorphose. Der Granit selbst ist im Kontakt aplitisch und mit Turmalin und Pyrit beladen. Der jetzige Abbau beschäftigt sich mit zwei sehr reinen Pyritmassen, von denen eine als eine 6 m mächtige, in „Apophysen" sich verästelnde Linse im Granit selbst liegt, während sich die andere, 10 m mächtige, im Kontakt dieses Gesteins mit den triasischen Kalken und Schiefern befindet. Letztere sind sehr intensiv verändert und im Kontakt selbst mit Kieslinsen durchlagert. Lotti glaubt, die Pyritlagerstätten seien Ausscheidungen aus dem Granitmagma, die im schmelzflüssigen Zustand aus letzterem teilweise in das Nebengestein eingewandert seien.

Ob die kupferführenden Eisenerzlagerstätten der griechischen Insel **Seriphos** zu den Kontaktlagerstätten gehören, läßt sich einstweilen nicht beurteilen. Nach

---

[1]) d'Achiardi, l. c. I, 333.

[2]) Geschichtliches bei Fabri.

[3]) Brisker, Die Eisenindustrie Italiens; Stahl und Eisen, XXV, 1905, 1105—1114.

[4]) d'Achiardi, l. c. II, 201—202. — Lotti, Descrizione dell'Isola d'Elba, 218—219. — Ders., Depositi dei minerali metalliferi, 70—71. — Busatti, Fluorite dell'Isola del Giglio e minerali, che l'accompagnano nel suo giacimento; Atti Soc. Tosc. scienze nat., VI; Ref. N. Jahrb., 1887, I, — 420—421 —.

[5]) I giacimenti della Tolfa in provincia di Roma; Rass. min., XIII, 1900 und Depositi dei minerali metalliferi, 66—67.

[6]) Lotti, Sul giacimento di pirite di Gavorrano in Toscana; Rass. Min., XV, No. 18; XVI, No. 1, 1902. — Ders., Depositi dei minerali metalliferi, 48—50.

Cordella[1]) bestehen die Eisenerze aus Roteisenstein, Brauneisenstein und Magnetit. „Granit durchsetzt den Schiefer in Gängen; im Kalkstein und besonders in den Eisenstöcken findet er sich in Form von Schollen und Blöcken.“ Schon im Altertum wurde dort Bergbau betrieben; die neuere Eisensteingewinnung datiert seit 1869 und betrug beispielsweise zwischen 1890 und 1899 über 1200000 t.

Besonders zwischen dem Eckernsee und Drammen und im Skreia-Gebirge, am westlichen Ufer des Mjösen-Sees, also westlich und nördlich von **Christiania**,[2]) wurde früher auf sehr zahlreichen, wenig tiefen Gruben ein Bergbau hauptsächlich auf Magneteisenstein, untergeordnet auch auf Kupferkies, Bleiglanz oder Pyrit getrieben. Die Lagerstätten treten in verschiedenen Horizonten des aus Tonschiefern, Grauwacken und Kalksteinen bestehenden Silur und z. T. in der Gneisformation oder in älteren Porphyrdecken auf und sind an den Kontakt dieser mit Gängen von rotem Quarzsyenit[3]) (Nordmarkit mit 60,5 bis 66,5 % SiO_2, 7 % Na_2O, 5—6 % K_2O, 3—4 % $Fe_2O_3 + FeO$), z. T. auch von etwas jüngeren Natrongraniten (74,5 % SiO_2, 4,5 % Na_2O, 4 % K_2O, 6 % Fe_2O_3 und 1 % FeO) und Granititen gebunden. In den kalkigen Schichten und Kalksteinen finden sich Granat, Pyroxen, Hornblende, Biotit, Epidot, begleitet von grobspätigem Kalkspat, Quarz und Chlorit, in den Schiefern Skapolith und Chiastolith als Kontaktmineralien. Bemerkenswert ist das Auftreten von Flußspat, stellenweise findet sich Helvin und Axinit. Die wichtigsten Erze sind Magnetit und untergeordneter Eisenglanz, Schwefelkies, meist nickel- und kobaltarmer Magnetkies; dazu kommen in wechselnden Mengen und mitunter vorherrschend Kupferkies, Bleiglanz (mit 0,03—0,3 % Ag) und Zinkblende, als Seltenheiten Molybdänglanz, Wismutglanz (auf der Narverudgrube), Antimonit, Kobaltglanz, Arsenkies, wenig Apatit und da und dort besonders sekundäre Kupfer- oder Manganerze. Gewöhnlich treten die Lagerstätten in der nächsten Nähe der Eruptivgesteine auf, kommen aber auch in Entfernungen von 250 m, in seltenen Fällen auch bis zu $1^1/_2$ km von deren Ausstrichen vor. Im Skreia-Grubenfeld, einem der wichtigeren, wo allein 14 Eisensteingruben arbeiteten, ist das Erz teilweise an Schollen silurischer Schiefer gebunden, die rings vom Nordmarkit umgeben sind; dasselbe ist auch in einzelnen andern Distrikten zu beobachten. Zu Nysaeter findet sich Zinkblende mit Magnet- und Schwefelkies in dem stark

[1]) Das Berg-, Hütten- und Salinenwesen Griechenlands; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLIX, 1901, 351—382. — Die Clausthaler Sammlung verdankt Herrn Grohmann bis zu mehrere Zentimeter große Ilvaitkristalle von Seriphos. Das Mineral wird begleitet von Quarz, Diopsid und jüngerem Kalkspat. Leider sind Versuche, weitere Nachrichten über das Vorkommen zu erhalten, nicht erfolgreich gewesen.

[2]) Keilhau, Gaea Norvegica, I, 1838, 18—21, 75—83. — Kjerulf, Die Geologie des südlichen und mittleren Norwegen; deutsch von Gurlt, 1880, 81—84. — Daubrée, Sur les dépôts métallifères de la Suède et de la Norvège; Ann. d. Min. (4), IV, 1843, bes. 232—234. — Durocher, Observations sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norwège et de la Finlande; ebenda (4). XV, 1849, bes. 254—258. — v. Groddeck, Erzlagerstätten, 260—262. — Vogt, Jernertser m. m. ved yngre granit og syenit; Norske ertsforekomster; Arch. f. math. og naturv., IX, 1884, 3—52; Ref. N. Jahrb., 1886, I, — 250—253 —. — Ders., Om dannelsen af de vigtigste i Norge og Sverige representerede grupper af jernmalmforekomster; II. Jernmalmforekomster dannede ved pneumatolytiske processer; Geol. För. Förh., XIII, 1891, bes. 683—717, Lit. Mit Kärtchen. Deutsch. Ref., ebenda XIV, 1892, 243—244. — Ders., Beiträge zur genetischen Classifikation der durch magmatische Differentiationsprozesse und der durch Pneumatolyse entstandenen Erzvorkommen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, bes. 154—155.

[3]) Brögger, Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite; Ztschr. f. Krist., XVI, 1890. Mit Kärtchen.

metamorphosierten Schiefer in drei Erzzügen bis auf 300—400 m Entfernung vom Granit, teilweise in größeren fast reinen Massen vor. Die Eisensteine der südnorwegischen Kontaktlagerstätten sind so mit Gangarten durchmengt, daß der Eisengehalt zumeist nur 30—35 $^0/_0$, selten bis zu 50 $^0/_0$ beträgt, und dabei noch zumeist ziemlich kieshaltig; sie sind arm an Phosphor und Titan. Die Erzmassen zeigen gewöhnlich ein lagerförmiges Ansehen und lassen sich in einer bestimmten Schicht mit wechselnder Mächtigkeit bis auf mehrere hundert Meter zu beiden Seiten eines Eruptivganges verfolgen. Wie Vogt besonders bemerkt, müssen die Erzlagerstätten gebildet worden sein, während der benachbarte Granit noch glutflüssig war, weil sie niemals in diesem selbst, aber doch so häufig in dessen unmittelbarer Nähe auftreten. Hervorzuheben ist, daß beinahe häufiger die silurischen Schiefer als die Kalksteine von der Vererzung betroffen worden sind.

Südwestlich der Stadt **Sala**[1]) liegt eine gewaltige, ungefähr 10 km lange und über 3000 m dicke Kalkmasse auf granitartigem Gneis, von dem sie scharf gesondert ist. Nach Westen zu geht sie in Hälleflinta über. Gegen Nordosten ist die Kalkmasse verdrückt und dort tritt ein mächtiges Kalkschieferlager an sie heran. Dieses ist gleichfalls wieder von einer mächtigen, eine Meile weit sich erstreckenden Kalksteinmasse begleitet. Sowohl der Gneis wie der Kalkstein streichen im allgemeinen SW.—NO. und fallen gegen NW. ein.

Die Erzlagerstätte findet sich in einem schuppig-körnigen Marmor von verschiedenen Farben. Der taube Kalkstein ist gewöhnlich grobkörniger und nach Hisinger frei von Silikaten, der erzführende etwas dolomitisch und feinschuppiger. Haupterz der Lagerstätten ist silberhaltiger Bleiglanz, mit dem häufig Zinkblende einbricht; ferner finden sich Schwefelkies, Arsenkies und Magnetkies, seltener Antimonit, gediegen Antimon, Amalgam, Geokronit, Fahlerz, Boulangerit, Weißgültigerz, Zinnober und Kupferkies, sowie Anflüge von gediegen Silber und Silberglanz. Der Kalkstein enthält auch etwas Magnetit. Begleitende Mineralien sind Kalkspat, Dolomit, Schwerspat, Quarz und sekundärer Gips; dazu tombakbrauner Glimmer, Chlorit, Feldspat, Kalkeisengranat (in Kristallen eingewachsen in Bleiglanz), Malakolith (eingewachsen in Bleiglanz, Kalkspat oder Dolomit), Strahlstein, Grammatit, Asbest (Bergkork), edler Serpentin, schwarzer Turmalin.

Von großer Wichtigkeit sind die zahlreichen Skölar. Sie bestehen großenteils aus Talkschiefer, schieferigem Speckstein und Asbest und enthalten Quarz, dichten Feldspat, Malakolith, Strahlstein, Serpentin, Kalkspat, Dolomit und nur untergeordnet, und zwar butzenförmig eingesprengt, auch die oben erwähnten Erze. Die Skölar haben im allgemeinen das Streichen des Kalksteins, dabei aber doch auch sanft gewundenen Verlauf im Streichen und Fallen. Sie vereinigen sich und treten wieder auseinander, indem sie sehr langgezogene, ellip-

---

[1]) Hausmann, Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807, IV, 1816, 268—312. — Hisinger, Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden, umgearbeitete Auflage, übersetzt von F. Wöhler, 1826, 124—133. — Durocher, Observations sur les gîtes métallifères de la Suède, de la Norwège et de la Finlande; Ann. d. mines (4), XV, 1849, 339—351. Auszug von Gurlt in Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIV, 1855, 48—49. — Sjögren, Fynd af gediget silfver, kvicksilfer, amalgam och cinober i Sala grufva; Geol. För. Förh., XX, 1898, 21—24. — Ders., Om boulangeritens kristallform och kemiska sammansättning; ebenda XIX, 1897, 153—167. — Ders., Om silfrets förekomstsätt i Salamalmen; ebenda XXII, 1900, 178—186. — Ders., Den kemiska sammansättningen af amalgam från Sala; ebenda 187—190. — Gumaelius, Om „trappskölen“ i Sala grufva; ebenda I, 1872—74, 162—166.

soidische Massen von sehr verschiedener Größe voneinander ablösen. Diese sind dann bis auf einen Abstand von 2—30 m von ihnen erzführend. Der wichtigste unter den Skölar ist der Storgrufve-Sköl, der auf weite Strecken hin durch den Kalkstein verfolgt worden sein soll und zu Tage eine Mächtigkeit von 20—25 m besitzt, nach der Tiefe zu aber bis zu Meterdicke sich verschmälert. In seiner Nähe hat man die hauptsächlichsten Erze angetroffen und er dient deshalb den Bergleuten als Leitgestein.

Die Erze bilden Ansiedelungen auf Spalten. Nach Durocher besteht ein Haupterzband (Malmfall) neben einer Reihe untergeordneter, ihm parallel streichender, welche alle indessen den Storgrufva-Sköl im Einfallen durchschneiden. „In ihrem Durchschnitt mit dem Chloritgang (nämlich dem Sköl) sind die Erzbänder am reichsten. Das Hauptbleiglanzband, welches vertikal einfällt, befindet sich zuerst im Westen, d. h. im Hangenden des Sköl; es durchschneidet ihn in etwa 160 m Teufe und tritt damit in sein Liegendes über. In dieser Zone, und zwar in dem Niveau zwischen 150 und 200 m, insbesondere in der Nähe der Drottningschächte, hat man die reichsten Mittel angefahren; dieselben hatten eine beträchtliche Mächtigkeit, der Bleiglanz war in großer Masse vorhanden und hatte einen mittleren Silbergehalt von 0,5—0,8 %."

Im allgemeinen hat man beobachtet, daß die erzreichen Partien solchen Zonen entsprechen, wo der Kalkstein porös und rissig ist, während die kompakten und rissefreien Partien im ganzen arm sind. Daher sind gewisse Kalkbänke, die spaltenreicher sind als andere, auch erzreicher. Die Lagerstätten besitzen von der Dicke weniger Zentimeter bis zu mehreren Metern wechselnde Dimensionen; die Erzmassen umschließen häufig Trümmer des Nebengesteins. Die Spalten, längs deren der unregelmäßige Erzabsatz vor sich gegangen ist, sind annähernd parallel und liegen so nahe aneinander, daß man in einem 100 m breiten Streifen etwa 8—10 solcher Bänder kennt. Erzbänder und Skölar besitzen annähernd paralleles Streichen.

Schon nach der Schilderung Durochers müssen die in dem Kalk und auf den Lagerstätten vorkommenden Silikate und die Hauptmenge der Erze gleichzeitige Bildungen sein. Beide sind aufs innigste miteinander verbunden. Radialstrahlige Massen von Amphibol, Glimmer oder Chlorit sind nicht selten umhüllt von Blende, Bleiglanz und Calcit; manchmal sind Amphibol, Glimmer, Erze und Kalkspat zu konzentrischen Gebilden angeordnet, und innerhalb serpentinöser kompakter Massen bemerkt man oft einen Kern von Pyrit, Bleiglanz oder Blende. Ebenso kommen innige Verwachsungen von Antimonit und Asbest und Umhüllungen von Malakolith durch Bleiglanz vor. Eine Dünnschliffuntersuchung erweist den innigen genetischen Zusammenhang zwischen der Blende, dem Bleiglanz und dem Malakolith und Granat; es zeigt sich aber auch, daß während der Mineralbildung der Malakolith schon Zertrümmerungen erfahren und auf den Rissen eine Einwanderung der Sulfide stattgefunden hat. Man hat mehrfach in den Gruben wenig mächtige Diabasgänge angefahren; sie sind älter als die Skölar, denn sie werden von diesen verworfen. Sie haben mit der Erzansiedelung nichts zu tun und sind nur stellenweise nach Durocher von erzführenden Klüften durchzogen.

Die Gruben von Sala sind die reichsten Silber- und Bleigruben Schwedens, wenn sie auch ihre Blütezeit schon seit Jahrhunderten hinter sich haben; im XIII. Jahrhundert wurden sie schon lebhaft abgebaut, ihre höchste Produktion erreichten sie indessen im Jahre 1506 mit 7500 kg Silber. Im Jahr 1551 betrug diese noch etwa 3000 kg, nahm dann mehr und mehr ab und erreichte in der Folgezeit niemals wieder zwei Drittel des letzteren Betrags. Etwa zur Zeit Gustav Adolfs, 1601—1650, war das Reinerträgnis (nach Hausmann) ganz besonders tief gesunken. Die Gesamtproduktion während des XV., XVI. und XVII. Jahrhunderts beziffert Durocher auf 348500 kg, für die Zeit von 1700

bis 1817 auf 43062 kg Silber. Im Jahre 1904 wurden nur mehr 81 t Bleierz und 791 t Zinkerz gefördert. In den letzten Jahren wurden zu Sala wieder alte Gruben aufgetan, um die Zinkerze daraus zu gewinnen. Gediegen Quecksilber findet sich jetzt in Drusen und Klüftchen in kleiner Menge, aber als ständiger Begleiter des Erzes, Zinnober kommt im Serpentin vor.

Die Kobaltgruben von **Tunaberg** in Södermanland (Schweden)[1]) lagen in Kalkstein, der seinerseits grauem Gneis benachbart ist; beide werden nach Erdmann und Durocher durchbrochen von Granit. Die Schichten streichen im allgemeinen O-W. und fallen ziemlich steil nach N. ein. Das Grubenfeld hatte eine Größe von 10—12 qkm. Der Kalkstein ist grobkristallin, in der Nähe des Granits häufig quarzig; er umschließt Klumpen und Schnüre von Silikaten, nämlich Glimmer, Serpentin und Amphibol (nach Durocher), welche parallel zur Schichtung angeordnet sind. In enger Verbindung mit dem Kalkstein tritt ein glimmerschieferartiger Gneis auf. Haupterze waren Kupferkies und Kobaltglanz; sie kommen ganz besonders im Kalkstein, nur untergeordnet auch im Gneis vor.

Auf der Adolf-Grube baute man einen blätterigen Kalkstein ab, der durchspickt war von Serpentinknollen und Kobaltglanz- und Kupferkiesimprägnationen enthielt; seine bauwürdige Mächtigkeit betrug 3—4 m. Etwas anders lagen die Verhältnisse auf der Grube Bescheska, 300 m von der Adolf-Grube entfernt. Der Kalkstein bildete zwar ein ausgedehntes Lager, die erzführende Zone hatte aber die Gestalt einer langgestreckten, 30—35 m breiten und 6—7 m dicken Linse, deren Achse den Schichtflächen parallel verlief, indessen nicht mit dem Schichtenfallen zusammenfiel und in verschiedenen Teufen eine wechselnde, vom letzteren nach Osten abweichende Richtung besaß.

Im Jahre 1848 wurden nach Erdmann noch 22 solche Vorkommnisse bei Tunaberg abgebaut. Die Vereinigung des Kupferkieses mit dem Kobalterz war eine sehr innige, das Mengenverhältnis zwischen beiden ein recht wechselndes. Nach Svanberg (bei Erdmann) sind die im Kupferkies eingeschlossenen Kobaltglanzkristalle homogen, während die für sich im Kalkstein auftretenden einen Kern von Speiskobalt enthalten sollen. Die beiden Haupterze sind gewöhnlich von Bleiglanz und Zinkblende in untergeordneter Menge begleitet. Außerdem werden erwähnt die Erze: Buntkupfererz, Kupferglanz, Cuban, Malachit, Magnetkies, Speiskobalt, Kobaltblüte, Schwefelkies, Wismut, Molybdänglanz, dazu Quarz, Kalkspat, Graphit, Apatit, Orthoklas, Oligoklas, Labrador, Anorthit (samt Amphodelit und Polyargit), gelber Granat, Hornblende, Augit (Kokkolith, Hedenbergit, Diallag, Malakolith), Chlorit, Epidot, Orthit (und Pyrorthit), Cordierit (mit Pyrargillit), Olivin, Eulysit, Serpentin, Chondrodit, Skapolith, Turmalin, Titanit, Serpentin und Pleonast. Wie schon Cotta bemerkt, kommt diese ganz eigenartige, teilweise für Granite und deren Kontaktbildungen charakteristische Gesellschaft von Mineralien nicht auf derselben Lagerstätte vor; immerhin dürfte sie ziemlich sicher die Tunaberger Kobalt-Lagerstätten als Kontaktbildungen kennzeichnen. Der Granit umschließt nach Durocher kaum Spuren von Erzen.

Über die Gruben von Håkansboda in Westmanland liegen nur wenig Mitteilungen vor. Nach Durocher waren auch dort Kalksteineinlagerungen in Gneis das Nebengestein von Kupferkieseinsprengungen, welche den miteinbrechenden Kobaltglanz bedeutend überwogen. Magneteisen, Arsenkies und

[1]) Hisinger, Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden. Übersetzt von F. Wöhler, 1826, 97—99. — Durocher, Les gîtes métallifères de la Suède etc.; Ann. d. mines (4), XV, 1849, 329—334. — Erdmann, Beskrifning öfver Tunabergs Socken., Stockholm 1849; Kurzes Referat in Berg- u. Hüttenm. Zeit., IX, 1850, 631. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 533—535.



Magnetkies waren stellenweise Begleiter der Kobalterze. Die schwedischen Kobaltgruben haben gegenwärtig keine technische Bedeutung mehr. Bemerkenswert ist, daß ihnen Nickelerze ganz zu fehlen scheinen, während doch sonst Nickel und Kobalt auf epigenetischen Lagerstätten treue Genossen sind. Auch der Schwerspat, ein gewöhnlicher Begleiter der Erze jener Metalle, wird von keiner der schwedischen Kobaltgruben genannt. Die Kobaltgruben von Vena bei Askersund sind schon S. 271 erwähnt worden.

Die von Törnebohm[1]) ausführlich beschriebenen Erzlagerstätten von **Pitkäranta** am Nordostufer des Ladoga-Sees in Finnland führen außer Magnetit und Kupferkies auch Zinnstein. Sie liegen unmittelbar am südlichen Rande einer flachen Kuppel von rotem, stellenweise fast massigem, glimmerarmem, gneisartigem Granit und gehören der ihn umlagernden Zone dunkler, kristallinischer Schiefer an; diese letzteren setzen sich im großen ganzen aus zwei Stufen zusammen, einer hauptsächlich aus Hornblendeschiefern bestehenden unteren und einer oberen, vorzugsweise von glimmerreichem, feinkörnigem Gneis („Granulit") gebildeten. Glimmerschiefer, Kalksteine und Skarneinlagerungen sind untergeordnet. Zunächst dem Granit (Gneisgranit) werden die Hornblendeschiefer ziemlich glimmerreich und unter Aufnahme von Feldspat gneisähnlich. Der im wesentlichen aus Malakolith und Granat bestehende Skarn, das Nebengestein der Erzlagerstätten, tritt nicht nur hier, sondern auch an andern Stellen in der Nachbarschaft mehr oder weniger unmittelbar über dem Gneisgranit an der Basis der Schieferformation in horizontbeständigen Einlagerungen auf. Ebenso finden sich an der Basis der Schieferformation da und dort einige Kalksteinlinsen; es ist bemerkenswert, daß ein paar kleine Kalksteinmassen im Grubengebiet selbst wenig über dem Skarn angetroffen worden sind, und daß man dort gelegentlich auch einen Malakolith-Quarz-Skapolithfels durchquert hat. Im Schiefer treten stellenweise Gänge von Quarzdiorit und in jenem wie im Gneisgranit Gänge und stockförmige Massen eines manchmal granat- und turmalinführenden Pegmatits mit etwas Fergusonit ($Y(Nb, Ta)O_4$) auf. Eine größere Masse von Rapakiwigranit durchbricht in 3—4 km Entfernung von den Gruben sowohl den Gneisgranit wie die Schiefer.

Die Erzlagerstätten von Pitkäranta liegen in Skarnlagern, deren bestbekanntes im westlichen Teile unter 60—70°, im östlichsten nur unter 20—30° einfällt, dort bis 20 m, im Osten nur 3—4 m mächtig wird. Seine große Mächtigkeit beruht in den westlichen Gruben auf der Einlagerung von Hornblendeschiefer- und Quarzitmitteln; im Osten besteht sein Liegendes bereits aus dem Gneisgranit, im Westen aus gneisähnlichem Hornblendeschiefer, woraus schon Törnebohm auf eine ungleichförmige Lagerung zwischen jenem und den

[1]) Om Pitkäranta malmfält och dess omgifningar; Geol. För. Förh., XIII, 1891, 313—334; Ref. N. Jahrb., 1893, II, —61—63— (Vogt). — Tigerstedt, Om Finlands malm förekomster; Vetensk. medd. af geogr. för. i Finl., I, 1893, 79—95; Ref. N. Jahrb., 1894, I, —470—. — Trüstedt, Über die Erzlagerstätten von Pitkäranta; Compt. rend. d. congrès d. natur. et méd. du nord, 7.—12. VII. 1902; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 317. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 539—540, Lit. — v. Schoultz-Ascheraden, Die Kupfer- und Zinnerzlagerstätte zu Pitkäranta in Finland; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXV, 1876, 280—281.



Schiefern geschlossen hat. Der den Skarn zusammensetzende Malakolith und Granat sind ungleichmäßig verteilt. Bemerkenswert ist der Reichtum des Skarns an Drusen, worin besonders der rote, gelbbraune oder grünliche Granat in bis zu 2 cm messenden Kristallen auftritt. Er ist optisch meistens anormal. Chlorit, Strahlstein und Epidot finden sich als Umwandlungsprodukte des Malakoliths. Kalkspat, Quarz, Strahlstein und der ziemlich seltene Flußspat kommen in den Drusen vor, Apatit und der nicht häufige Scheelit sind nach Törnebohm in den Skarn eingewachsen.

Die wichtigsten Erze von Pitkäranta sind Magnetit, Kupferkies und Zinnstein; dazu kommen Zinkblende und Schwefelkies, mehr als Seltenheit fanden sich Bleiglanz, Kupferglanz, Buntkupfererz, Magnetkies, Molybdänglanz und Wismut. Nur der Magnetit tritt in solcher Vereinigung mit dem Malakolith und Granat auf, daß er für eine gleichzeitige Bildung gehalten werden kann; er erscheint in bänder- oder linsenförmigen Massen, die wenige Dezimeter bis mehrere Meter mächtig und ganz analog den Magnetiterzen von Nordmark oder den Kontaktlagerstätten von Schwarzenberg, Schmiedeberg usw. sind. Auch er tritt teilweise in kleinen, oktaedrischen Kristallen auf Drusen, zusammen mit Diopsid, Kalkspat, grobschuppigem Chlorit und Bergkork auf. Der Zinnstein kommt teils im Skarn, teils im Gneisgranit oder im Pegmatit vor, sein Auftreten ist auf gewisse Gruben beschränkt. Der Skarn ist in seiner Nähe stark zermürbt, die Feldspatgesteine u. a. häufig zu zerreiblichen, aus gelblichem Glimmer bestehenden Umwandlungsprodukten (Greisen ?) geworden. Seine einfachen, säulenförmigen Kristalle[1]) erfüllen Drusenräume oder überkleiden ihre Wände und sind dann selbst wohl von Quarz, Kalkspat und mitunter Kupferkies überwachsen. Im Pegmatit bildet er Kluftfüllungen, im Gneis und im Skarn gewöhnlich streifenförmige Massen. Die Zinnsteinkristalle sind oft zerbrochen und durch Quarz, Kupferkies, Schwefelkies usw. wieder zusammengekittet. Der Kupferkies ist selten kristallisiert, vielmehr gewöhnlich im Skarn derb eingesprengt, und zwar besonders gern im reinen Malakolithskarn; dieser ist in seiner Nachbarschaft meistens in Chlorit und Strahlstein umgewandelt, was darauf schließen läßt, daß das Erz erst später eingewandert ist. In der Nähe der Skarnlager wird der Kupferkies auch im Pegmatit beobachtet, ebenso tritt er gelegentlich in den Hornblendeschiefern auf. Die Zinkblende zeigt eine gleiche Entstehungsart wie der Kupferkies, beide sind jüngere Ansiedelungen im fertigen Gestein. Der Eisenkies kommt häufig in Kristallen ($\infty 0 \infty$) vor. Längs des Kontaktes zwischen den Pegmatiten und dem Skarn zeigt sich manchmal eine Art Übergang zwischen beiden, wobei sowohl der Feldspat wie der Malakolith besonders grobkörnige Aggregate bilden.

Die Schieferformation von Pitkäranta ist nach Törnebohm eine metamorphosierte Schichtenfolge, die Skarnlager nach seiner Meinung entstanden aus dem präexistierenden Stoffbestand kalksteinhaltiger Grünsteintuffe, die Eisenerze wären hervorgegangen aus ursprünglichen eisenreichen Sedimenten. Er sucht die Annahme zu begründen, daß es sich bei dieser Umwandlung nicht um eine Kontaktmetamorphose seitens des liegenden Gneisgranites handeln und daß

[1]) Borgström, Über Kassiterit von Pitkäranta; Ztschr. f. Krist., XL, 1905, 1—12.

der letztere nur als die ältere Unterlage der Schieferformation betrachtet werden könne. Auch Trüstedt ist der Auffassung, daß die Kontaktmetamorphose und der Absatz der Zinnerze und der Sulfide von dem jüngeren, mit dem Rapakiwidurchbruch im Zusammenhang stehenden Granit bezw. Pegmatit herrühren. Die Erzführung des Gebietes ist überhaupt auf eine 2—5 km breite Zone um das Rapakiwigranitmassiv beschränkt. Die Umwandlung der kalkigen Lagen in Silikatfels führte nach Törnebohm zur Volumverringerung, diese wieder bot Gelegenheit zur pneumatolytischen Ansiedelung des Zinnerzes und endlich, nachdem dieses samt dem Skarn durch Gebirgsbewegungen zerbrochen und zerklüftet worden war, auch zur Einwanderung der Sulfide in warmen, der Tiefe entsteigenden Lösungen. Die Herausbildung der Erzlagerstätten von Pitkäranta wäre nach Törnebohm also in drei Abschnitten vor sich gegangen. Die Annahme, daß der Magnetit, auch wenn er der älteste Bestandteil der Erzführung ist, doch auch hier erst durch die Kontaktmetamorphose dem sich zu Skarn umwandelnden kalkigen Gestein zugeführt worden ist, liegt aber nicht ferne. Schon Vogt hat das für wahrscheinlich gehalten. Der um das Jahr 1840 begründete Bergbau ist jetzt aufgelassen. In den letzten Jahren wurden noch einige Tonnen Zinnerz und Magneteisenstein produziert.

Die berühmten, seit über 170 Jahren abgebauten Erzberge, die **Wyssokaia** bei Nischne Tagilsk und der **Goroblagodat**[1]) bei Kuschwa liegen im sogen. erzreichen Ural, dessen Hauptstadt Jekaterinburg ist. Während der westliche Teil des etwa NS. streichenden Faltengebirges bis nahe an die kontinentale Wasserscheide aus Ablagerungen des Devons, Karbons und Permokarbons besteht, wird die östliche, niedrigere Seite des Gebirges, welches teilweise nur ein niedriges Hügelland darstellt, von mannigfachen Gesteinen der Gneis- und Glimmerschieferformation gebildet, die von den verschiedensten Eruptivgesteinen durchsetzt sind (z. B. Granit, Syenit, Diorit, Diabas, Augitporphyrit, Peridotit, Gabbro, Serpentin und verschiedenartigen Porphyren).

Bei Nischne Tagilsk, nördlich von Jekaterinburg an der von Tscheliabinsk nach Perm führenden Bahn gelegen, besteht das Hügelland aus veränderten Tuffen mit zwischengelagerten devonischen Marmoren. Dieselben werden durchbrochen von quarzfreien Eruptivgesteinen, welche die Magneteisensteine begleiten. Große, in Terrassen gestufte Tagebaue haben die Masse der Wyssokaia schon

[1]) v. Helmersen, Der Magnetberg Blagodat im nördlichen Ural; Bull. scient. de l'Acad. Imp. d. sciences. de St. Pétersbourg, III, 1837, No. 8. — G. Rose, Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem kaspischen Meere, I, 1837, 303—312, 338—348. — Hermann, Versuch einer mineralogischen Beschreibung des uralischen Erzgebirges, I, 1789, 302—314, 254—262. — H. Müller, Die Erzlagerstätten und der Bergbau von Nischne Tagilsk; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 185—187. — v. Hochstetter, Über den Ural; Samml. wissensch. Vortr. v. Virchow u. v. Holtzendorff (8), Heft 181, 1873, 43—44. — Tschernyschew, Guide des excursions du VII. congrès géologique international, St. Petersburg 1897, Heft IX, 6—10, 18—22, Lit. — Högbom, Om de vid syenitbergarter bundna jernmalmerna i östra Ural; Geol. Fören. Förh., XX, 1898, 115—134. — Loewinson-Lessing, Über die Magneteisenerz-Lagerstätte der Wyssokaja im Ural; Arbeiten aus dem min. Labor. des St. Petersb. Polytechn. Inst., V, 1906, 219—230. — Gladkii, Chemisch-geologische Bemerkungen über die Lagerstätte der Wyssokaja; Bergjournal, 1888, No. 1, 96; zitiert von Loewinson-Lessing.

jetzt gewaltig reduziert. Hermann beschreibt sie im Jahre 1789 als „ziemlich konisch, steil“, mit einer Höhe von etwa 80 m, einer Länge von 600 und einer Breite von 500 m. Die jetzt mit Abbauen bedeckte Fläche hat 2 km Durchmesser; diese selbst sind bereits gegen 20 m unter die Umgebung vorgedrungen.

Das als „Syenit“ beschriebene Eruptivgestein ist sehr arm an dunklen Gemengteilen, die stellenweise ganz fehlen können, so daß fast reine Feldspatgesteine entstehen. Sie sind stets holokristallin, bald granitähnliche Tiefengesteine, bald Syenitporphyre. Nach Loewinson-Lessing gibt es keine magnetitreiche Fazies dieser Gesteine, die überhaupt nie einen größeren Magnetitgehalt besitzen. Die Eisenerze sind unmittelbar gebunden an durchaus veränderte, aus Epidot, Zoisit, Kalkeisentongranat, Quarz, Calcit, Chlorit, Biotit, Muskovit und Zeolithen bestehende graugrüne Gesteine, welche von manchen als umgewandelte Augitsyenite aufgefaßt werden und nach Tschernyschew durch schrittweise Übergänge mit den frischeren Gesteinen verbunden sein sollen. Nach Loewinson-Lessing besteht dagegen kein solcher Übergang zwischen den Eisenerzen und den „Syeniten“. Nach Högbom, der eine ausführlichere Beschreibung der Wyssokaia-Gesteine gibt, sollen sowohl gewisse porphyrische wie körnige orthoklasführende Varietäten reichlich — bis zu 20 % — Magnetit als primären Gemengteil enthalten, und zwar merkwürdigerweise auch dann, wenn sie im übrigen nur aus Feldspat bestehen. Loewinson-Lessing kommt aber durch seine Untersuchungen zu dem Schlusse, daß diese „Magnetitporphyre“ mit einer magmatischen Ausscheidung aus dem Syenit nichts zu tun haben, vielmehr jünger sind als das Erz. Sie bilden eine Breccie und verdanken ihren Erzgehalt möglicherweise der Aufnahme von präexistierendem Erz in das Syenitmagma.

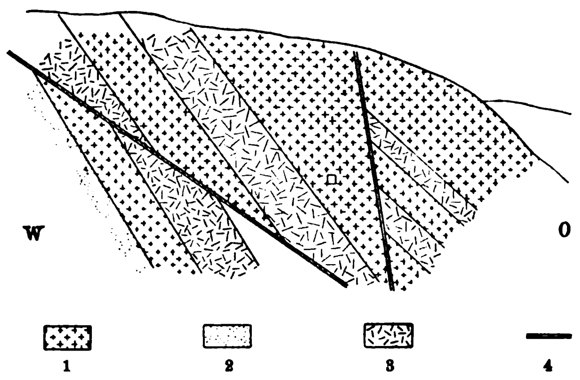
Der Magneteisenstein kommt in Klumpen und großen Blöcken von unregelmäßiger Gestalt und glatter, buckeliger Oberfläche in einer tonig verwitterten Masse vor und wird so in den Tagebauen mit leichter Mühe gewonnen. Außerdem aber bildet er ganz besonders derbe, bankförmige Partien in Wechsellagerung mit dem erwähnten Kalksilikatgestein. Zahlreiche Störungen machen die geologischen Verhältnisse unklar (Fig. 249 u. 250). Bemerkenswert ist das Vorkommen eines bläulichen, grobkörnigen Marmors am Südwestabhang des Berges mit zahlreichen, bis nußgroßen gelbbraunen Granaten, das am meisten einem echten Kontaktgestein gleicht und dabei in innigster Beziehung zu dem übrigen granatführenden, die Erze begleitenden Gestein steht. Der Magneteisenstein ist bald dicht und sehr feinkörnig, bald grobkörnig und stellenweise drusig; in den Drusen sind Magnetitoktaeder häufig. Im Ausstrich ist das Erz in Martit und Brauneisenstein umgewandelt, und da es außer mit Pyrit auch mit Kupferkies durchwachsen ist, so bilden sich dabei auch Malachit und Kieselkupfer.

Die gleichzeitige Entstehung des Magneteisens mit dem eruptiven Nebengestein ist wohl zuerst von G. Rose für die ähnliche Lagerstätte am Goroblagodat behauptet worden und wird neuerdings rückhaltslos von Tschernyschew angenommen und von Högbom nachdrücklich vertreten.[1]) Wie übrigens letzterer

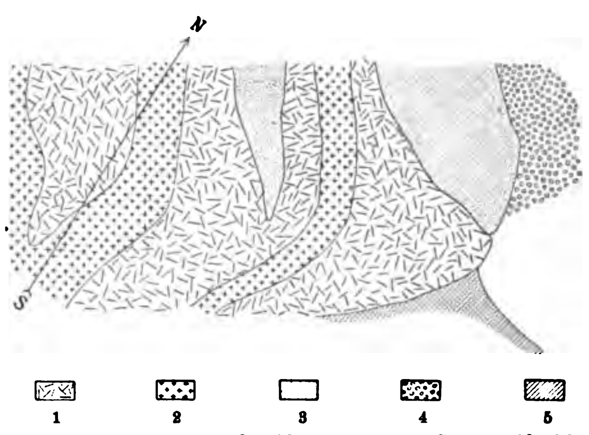
[1]) Gelegentlich des Geologenkongresses im Jahre 1897 habe ich selbst Gelegenheit gehabt, beide Lagerstätten zu sehen. Es ist mir aber nicht gelungen, eine klare Vorstellung von dem eigentlichen Wesen der Wyssokaia zu erlangen. Vor allem habe



Autor angibt, sind die russischen Ingenieure allgemein geneigt, die Lagerstätte **für** eine Kontaktlagerstätte (entstanden im Gefolge des Syenitdurchbruchs innerhalb des Nebengesteins) zu halten, wie das Gladkii und Fuchs und de Launay tun.[1]) Ausführlich hat sich Loewinson-Lessing neuerdings gegen die Annahme gewandt, daß die Erze der Wyssokaia direkte magmatische Ausscheidungen in einem eruptiven Granataugitgestein sein könnten, wie das Feodorow für uralische Sulfidmagnetitlagerstätten behauptet hat, oder, wie Morozewicz möchte, bei der Umlagerung von eisenreichem Augit in eisenarmen Granat entstanden seien. Er hält sie vielmehr für Kontaktbildungen vom Banater Typus.



1 Porphyre und Feldspatgesteine, 2 Granatepidotfels, 3 Magnetit, 4 Verwerfungen.



1 Magnetit, 2 Porphyre und Feldspatgesteine, 3 Granatepidotfels, 4 Breccien und Tuffe, 5 zersetzte Porphyre usw.

Fig. 249 u. 250. Profil und Grundriß durch einen Teil der Wyssokaia. (Tschernyschew, 1897.)

Die Magneteisensteine der Wyssokaia wurden schon im Jahre 1702 von den Eingeborenen entdeckt und werden seit 1721 in großartigen Tagebauen ausgebeutet. Sie und die besonders in früherer Zeit reichen Kupfergruben von Mednorudiansk, welche unmittelbar neben der Wyssokaia gelegen sind, haben die Veranlassung zur Errichtung der weitausgedehnten Hüttenwerke von Nischne Tagilsk gegeben, das eines der bekanntesten Bergwerkszentren der Erde ist.

ich niemals das Erz im frischen, zweifellosen Eruptivgestein gesehen, sondern nur zusammen mit dem Kalkgranatepidotgestein angetroffen. Aus eigener Erfahrung kann ich deshalb nicht bestätigen, daß diese Magneteisensteine magmatische Ausscheidungen sind. Das Vorkommen von Magnetitkristallen an der Wyssokaia, von schönen Apatitkristallen an der Lebiajaia und von kristallisierten Orthoklasen im Goroblagodat, überall in Drusen, ferner das Auftreten von Magnetit in einem pyritführenden Kalkstein an der Wyssokaia, worin der Magnetit als jüngere Bildung Schalen um Pyrit bildet, lassen mir die Annahme, daß die Wyssokaia eine Kontaktlagerstätte ist, als die richtigste erscheinen. Bergeat.

[1]) Gites minéraux, I, 659 ff.

Die Stadt wurde 1725 von einem Schmied der Toulaer Gewehrfabrik, Nikita Demidoff, gegründet, dem Peter der Große 1702 den ganzen, 8000 Quadratwerst großen Distrikt geschenkt hatte. Diese und über zwanzig andere Eisensteingruben gehören heute noch der jetzt gefürsteten Familie Demidoff.

Die Erzförderung der Wyssokaia beträgt im Jahresdurchschnitt 65000 t, welche ein Metallausbringen von 68 % gestatten.

Ein ähnliches Magneteisensteinvorkommen wird etwa 5 km nördlich von der Wyssokaia an der **Lebiajaia** abgebaut. Das Erz ist stark phosphorhaltig; der Apatit bildet Trümer, Streifen und Einsprengungen zumeist von schmutzigroter oder an Feldspat erinnernder Farbe oder kommt in schönen rötlichen oder schmutziggrünen Kristallen in Drusenräumen des Erzes vor. Er umhüllt stellenweise auch Bruchstücke des Erzes, so daß man eine Magnetitbreccie mit Apatit als Bindemittel vor sich zu haben glaubt. (Högbom.) In der Umgebung der Lagerstätte stehen Syenite wie an der Wyssokaia an, sie sollen auch das Liegende der Lagerstätte bilden und als Schlieren und Adern stellenweise dieselbe durchdringen. Der Tagebau hat ungefähr eine Ausdehnung von 1 km.

Der Eisenberg Blagodat (Goroblagodat, d. i. Berg des Segens) liegt bei den staatlichen Hütten von Kuschwa, 40 km nördlich von Nischne Tagilsk und 120 km nördlich von Jekaterinburg. Der etwa 1 km lange Bergrücken erhebt sich etwa 350 m über das Meer, 150 m über die flache Umgebung und ist an seinem östlichen Abhange durch die weit ausgedehnten Tagebaue zum guten Teil abgetragen.

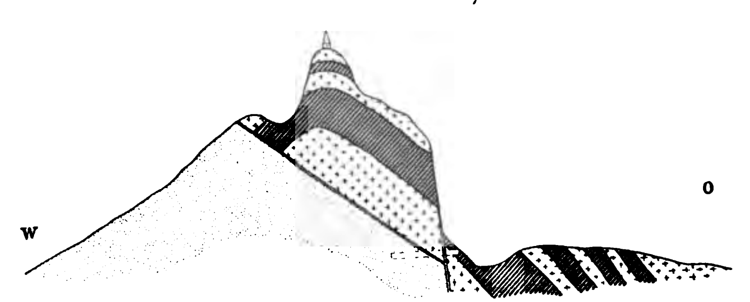


Fig. 251. Profil durch den Blagodat. (Tschernyschew, 1897.) Das Liegende der Verwerfung wird als Granatepidotfels bezeichnet, das Eisenerz ist dunkel schraffiert; sein Nebengestein sollen „Porphyre, Feldspatgesteine und Syenite" bilden.

In Fig. 251 kommt Tschernyschews petrographische Auffassung der Lagerstätte zur Wiedergabe. Das die Erze umschließende epidot- und granatführende Gestein wird auch hier als Porphyr und Syenit bezeichnet, dürfte aber in der Hauptsache gleichfalls ein Kontaktgestein sein.[1]) Das Magneteisenerz bildet stellenweise größere Partien in den bisweilen sehr grobkörnigen Gesteinen, erscheint aber hauptsächlich in 20—30 m mächtigen, bankförmigen, steileinfallenden, fast ganz reinen derben Massen. Der erzfreie Granatepidotfels besteht aus Granat, Epidot, Kalkspat, Analcim, Chlorit und Glimmer. Das Magneteisenerz ist durchwachsen von Chlorit und reich an Drusen mit manchmal flächenreichen Magnetit-, Granat- und Feldspatkristallen[2]) und mit Pyrit. Nach

[1]) Ein von mir am Blagodat gesammeltes porphyrisches Eruptivgestein enthält Magnetit und Pyrit, aber zweifellos sind diese jünger als der Feldspat des Gesteins, dieses jedenfalls nachträglich vererzt.

[2]) Ich fand solche mit $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{021\}$, $\{\bar{2}01\}$ parallel zur a-Achse gestreckt, in einer Druse des Erzes. Bergeat.

Rose tritt auch Kalkspat und Analcim in dem Erz auf. Nach **Tschernyschew** soll ein allmählicher Übergang zwischen Erz und Eruptivgestein stattfinden, indem ersteres mehr und mehr Feldspat aufnehme. Das Vorkommen von Augit und grünem Spinell in dem Erz gibt **Högbom** an. Stellenweise ist der Magneteisenstein sehr reich an Schwefelkies, hingegen im ganzen phosphorarm. Wegen des beträchtlichen Gehalts an Silikaten erreicht der Eisengehalt im Durchschnit nur 55 %.

Die am Fuße des Blagodat gelegenen Hütten von Kuschwa sind im Jahre 1730 gegründet worden. Ein Eingeborener hatte den Russen den Eisenberg — angeblich um etwa $3^1/_2$ Rubel — verraten und wurde deshalb von seinen Landsleuten auf dem Berg lebendig verbrannt. Dem Andenken des Verräters dient eine eiserne Kapelle auf dem Gipfel des Blagodat. Die jährliche Gesamtförderung der Wyssokaia, der Lebiajaia und des Goroblagodat beträgt 300000 t und kommt einem Viertel der ganzen uralischen Eisenerzerzeugung gleich.

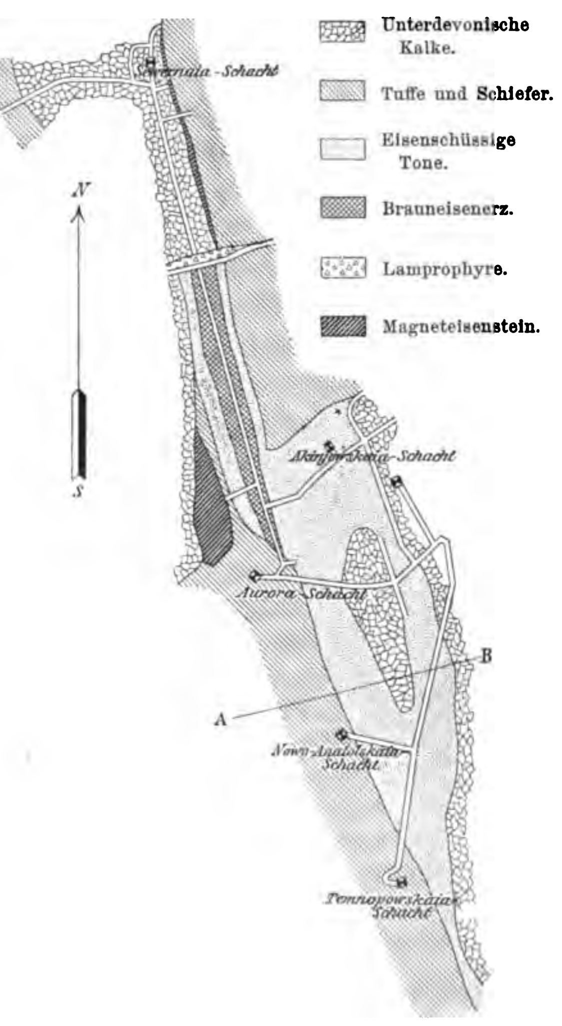


Fig. 252. Grundriß der Kupfergruben von Mednorudiansk in 198 m Teufe. (Tschernyschew, 1897.)

Hier hat auch die 1812 begründete, früher sehr reiche Kupfergrube von **Mednorudiansk**[1]) ihre Stelle zu finden. Sie ist unmittelbar der Wyssokaia benachbart. Die Kupfererze, im primären Zustand Kupferkies, an dessen

[1]) **Tschernyschew**, l. c. 11, zitiert die russische Literatur. — G. **Maier**, Über die Kupferkieslagerstätte Rudjansk; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXV, 1877, 387—389, 399—401. — H. **Müller**, Erzlagerstätten und Bergbau von Nischne Tagilsk; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 185—187. — **Arzruni**, Eine Kupferkiespseudomorphose von Nishnij-Tagil, am Ural; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXII, 1880, 25—31.

Stelle aber meistens große Massen von Malachit, früher in kolossalen derben Blöcken, ferner Chrysokoll, Rotkupfer usw. getreten sind, sind gebunden an eine durch gelben, ockerigen Ton gebildete Zersetzungsregion in devonischen Schiefern und Tuffen, welche ihrerseits zwischen zwei Bänder von unterdevonischem Kalkstein gelagert sind. Die offenbar durch mineralische Lösungen umgewandelte Zone ist außer an Kupfererzen auch reich an Eisenerz (Fig. 252 u. 253). Die Lagerstätte von Mednorudiansk ist wohl weder nach ihrer heutigen Form, noch nach ihrer heutigen Zusammensetzung primärer Entstehung; es liegt um so näher, sie zu den Magnetitmassen der Wyssokaia in genetische Beziehung zu bringen, als auch diese, wie oben gesagt, in deren Nähe durch Kupfererz und Schwefelkies verunreinigt sind. Mednorudiansk lieferte jahrelang ungefähr 200000 t Kupfererz. Der Malachit ist früher in viele Zentner schweren Blöcken vorgekommen.

Die Turjinskischen und Frolowschen Gruben, etwa 12 km von **Bogoslowsk,**[1]) auf der Ostseite des Ural, NO. von Perm an der Turja gelegen, befinden sich in einem flachwelligen Gebiete, das in der Umgebung der Kupfererzlagerstätten aus devonischen Kalksteinen besteht und von verschiedenartigen, von Feodorow als „Hornblendeandesinophyr“, Labradorporphyrit, Augitporphyrit und Diabasaphanit bezeichneten Gesteinen durchbrochen wird. Die Kupfererzlagerstätten sind fast immer an Augitgranatgesteine gebunden und treten beinahe regelmäßig an deren Peripherie auf, welcher Art auch das zunächst benachbarte Gestein sein mag. Der selten etwas vesuvianführende Augitgranatfels begleitet den Kontakt zwischen dem zu schneeweißem Marmor verändertem Kalk und den Eruptivgesteinen in bis zu 250 m langen und bis 40 m mächtigen Zonen, kommt auch wohl mitten im Kalkstein vor und wird selbst wieder von eruptiven Gängen durchbrochen. Die Erze bilden Stöcke oder Butzen, besonders an der Grenze zwischen dem Kalkstein und dem Silikatfels und werden durchschnittlich 2,5 m mächtig und 10—13 m breit, im Einfallen sind sie selten weiter als 15 m zu verfolgen und verlieren sich randlich in kleinen Nestern und Knollen, die dem die Lagerstätten begleitenden Tone eingelagert sind. Nach Nikitin bestehen die Lagerstätten aus höchstens 5 %, nur selten über 20 % Erzen, im übrigen aus Silikaten. Wo die Erze auftreten, macht sich eine Umwandlung des Granats

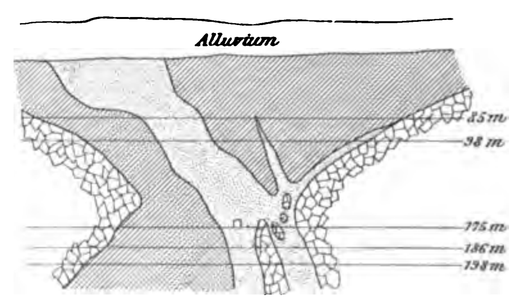


Fig. 253. Profil *AB* der Fig. 252. (Tschernyschew, 1897.)

[1]) Rose, Reise nach dem Ural, I, 1837, 381—421. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 546—547, Lit. — Feodorow und Nikitin, Das Bogoslowsk'sche Bergrevier, 1901; von dieser russisch geschriebenen Arbeit war nur das Ref. N. Jahrb., 1903, II, — 226—234 — zugänglich. — Uspensky II, Die Eisenerzlagerstätten im Bogoslowskschen Bergrevier; Bergjourn., 1900, IV, 125—166, russ.; Ref. N. Jahrb., 1903, II, 235. — H. Müller, Die Kupfergruben von Bogoslowsk; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 160—161.

in Epidot, des Pyroxens in Chlorit, Strahlstein oder Kalkspat bemerkbar. Der Kupferkies überwiegt nach Nikitin in den oberen Teilen der Erzmassen, nach unten stellt sich mehr Magnetkies, stellenweise auch Eisenkies und endlich Magnetit ein. Als weitere untergeordnete, nach Nikitin jüngere Mineralien werden genannt Arsen, Antimonit, Gersdorffit, Speiskobalt, Chloanthit, Löllingit, Fahlerze, Zinkblende, Bleiglanz, dazu auch Turmalin. Von sehr großer Wichtigkeit waren von sekundären Kupfererzen das im Gewicht von mehreren Tonnen auftretende, oft schön kristallisierte gediegene Kupfer, Kupferkarbonate, Kieselkupfer, z. T. massenhafter Kupferglanz, etwas Tenorit, Buntkupfererz und Rotkupfererz; ferner fand sich in den oberen Teufen Silber. Man wird die Lagerstätten von Bogoslowsk-Turjinsk, wie das bisher fast allgemein geschah, zu den Kontaktlagerstätten stellen dürfen. Feodorow hält allerdings das Granataugitgestein für ein Intrusivgestein, die Erze für magmatische Ausscheidungen in den Silikatmassen.[1])

Die jetzige Produktion des ehemals wichtigen Distriktes ist unbedeutend.

Über die ehedem berühmten Kupfergruben von Gumeschewsk und Soimonowsk hat H. Müller[2]) Mitteilungen gemacht.

Der Berg **Magnitnaia**[3]) am Ural-Fluß bildet ein nur wenig über das Steppenland östlich des südlichen Ural aufsteigendes Plateau von 24 qkm Fläche und ist 65 km südlich von Werchne Uralsk und 240 km von Miask entfernt. Unterkarbonischer Kalk wird von einer Folge eruptiver Gesteine umgeben und teilweise durchsetzt. Die Hauptmasse bilden durch Übergänge miteinander verbundene Granite und Augitdiorite, letztere werden von Syeniten und Feldspatporphyren, diese wieder samt den Kalksteinen von Quarzkeratophyren, von cordierit- und sillimanitführenden Augitvitroorthophyren (Atatschiten) durchbrochen; dazu kommen endlich noch Diabasgänge. Als gute Beispiele für die Erscheinungen der magmatischen Differentiation hat Morozewicz die Gesteine ausführlich beschrieben. Die Magneteisensteine sind stets an sehr stark zersetzte Augitdiorite, Syenite, Augitorthophyre und Atatschite gebunden und von diesen durch eine mehr oder weniger mächtige Zone von kaolinischen Massen und Granatfels geschieden, letzterer selbst ist fast immer stark zersetzt und in Epidot verwandelt; diese Umwandlung ist nach Morozewicz dort am intensivsten, wo die reichsten Erzlager sind. Die letzteren liegen an den Abhängen des Berges und sind um so ergiebiger, je näher sie sich an dessen Fuße befinden; sie bilden ganz unregelmäßige Stöcke, Nester und Streifen inmitten des verwitterten Granatepidotgesteins. Unter Wegwaschung der lockeren, tonigen Zwischenmassen und durch Rutschungen haben sich die Erze, teilweise umgewandelt in Roteisenstein und eingebettet in Rot- und Brauneisenerz, an tieferen Stellen angereichert; bisher sind sie nur oberflächlich aufgedeckt, erschürft und in weiten Tagebauen

---

[1]) Diese Magmentheorie hat Morozewicz (Tscherm. Mitt., XXIII, 1904, 243—246) einer kritischen Besprechung unterzogen; er selbst hält auch dort sowohl die Erze wie den Granatfels für sekundäre Gebilde, indem der letztere durch Umwandlung der Porphyrite, die Eisenerze durch diejenige des Granats entstanden seien. Nach Angabe Uspenskys hat der letztere einen Eisengehalt von 19 %.

[2]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 252—253. — Rose, Reise nach dem Ural, I, 1837, 242—275.

[3]) Morozewicz, Le Mont Magnitnaia et ses alentours; Mém. Com. géol., XVIII, No. 1, 1901, russ. mit franz. Res. — Ders., Die Eisenerzlagerstätten des Magnetberges im südlichen Ural und ihre Genesis; Tscherm. Mitt., XXIII, 1904, 113—152, 225—262.



in Abbau genommen worden, doch ergaben Tiefbohrungen ihre Anwesenheit bis zur Tiefe von 80 m, und es zeigte sich, daß sich schon bei 14—20 m Schwefelkies einstellt, dessen Verwitterung weiter oben zur Gipsbildung führen kann.

Die Ähnlichkeit der Lagerstätten an der Magnitnaia mit denjenigen am Blagodat und an der Wyssokaia ist scheinbar eine sehr große. Wie dies neuerdings Loewinson-Lessing bezüglich letzterer getan hat, so spricht sich auch Morozewicz hinsichtlich ersterer aus petrographisch-chemischen Gründen gegen die Annahme einer magmatischen Differentiation aus. Er erörtert die bisher über die Entstehung der uralischen Magneteisensteinlager ausgesprochenen Ansichten und kommt zu dem Ergebnis, daß diejenigen an der Magnitnaia, wo bis jetzt weder eine größere Anzahl von Sulfiden, noch von anderen Kontaktmineralien außer Granat aufgefunden und ebensowenig ein „sichtbarer" Kontakt zwischen Kalkstein und Eruptivgestein nachgewiesen wurde, keine Kontaktlagerstätten sein könnten. Am häufigsten wird der Augitdiorit von den granat- und erzführenden Massen überlagert; Morozewicz hält es für sicher, daß dieser älter ist als der Kalkstein, mithin auf diesen nicht metamorphosierend habe einwirken können. Die in der Nachbarschaft des Eisenerzes zumeist auftretenden Gesteine, nämlich der Augitdiorit, Augit-Labradorporphyrit und Atatschit enthalten im Durchschnitte über 10,5% freie Eisenoxyde, zumeist Magnetit; ferner führen dieselben Gesteine im Mittel 30% Augit mit 11,5% Eisenoxyden. Morozewicz nimmt an, daß der bis zu 30,5% Fe_2O_3 enthaltende Granat der Magnitnaia aus dem Augit hervorgegangen sei, indem er bemerkt, „daß die Zersetzung von Augit in Chlorit und Granat wenigstens für den Ural als eine ganz alltägliche Erscheinung anzusehen" sei. Diese Umwandlung fände nach ihm unter dem Einflusse von Kohlensäure und Luft statt und führe nebenher zur Ausscheidung von Karbonaten und Quarz; ferner wird gezeigt, daß sich aus dem Kalkeisengranat unter Zutun von Kohlensäure und Wasser theoretisch die Entstehung von Eisenoxyden (Magnetit und Hämatit), von Epidot, Quarz und Kalkspat ableiten läßt. Diese Umsetzung des Augits in Massen von Eisenerzen, Epidot und Chlorit auf dem Wege einer „Granatisation" der Gesteine betrachtet Morozewicz als die Folge einer oberflächlichen Verwitterung und Zerstörung während lang andauernder energischer Denudation und Abrasion; die Erze reicherten sich chemisch und mechanisch an den tieferen Teilen des Berges an, ein großer Teil der Kieselsäure und des Kalkes wurde dabei weggeführt, letzterer soll aber in der Gestalt marmorähnlicher Calcitlager teilweise wieder zum Absatze gekommen sein. Nach dieser Auffassung wären also die Eisenerzlagerstätten der Magnitnaia und allenfalls auch die des Blagodat und der Wyssokaia durch eine hydrochemische (metathetische) und eluviale Konzentration eines ärmeren Eisengehaltes entstanden. Man wird gegen sie einwenden dürfen, daß die metathetische Anreicherung eines Eisengehalts durch Atmosphärilien zur Bildung von Brauneisenerz oder wasserärmeren Eisenhydroxyden führt und daß es nicht wohl verständlich ist, wie unter denselben Bedingungen, die aus den Eisenoxyden stets die Hydroxyde entstehen lassen, hier die ersteren sich bilden und bestandfähig bleiben sollen. Die Frage, ob sich der wasserfreie Kalkeisengranat aus dem Augit als ein Produkt der oberflächlichen Verwitterung zu bilden vermag,[1]) werden vielleicht noch weitere Beobachtungen zu entscheiden haben. Wahrscheinlich brächte auch eine tiefer reichende Erschließung der Magnitnaia Aufschluß über das scheinbare Fehlen der Sulfide mit Ausnahme des Pyrits und über die primären Lagerungsverhältnisse des Erzes.

---

[1]) Siehe Brauns, Der oberdevonische Pikrit und die aus ihm hervorgegangenen Neubildungen; N. Jahrb., Beil.-Bd. XVIII, 1904, 285—333.

Als eine Kontaktlagerstätte ist von Duparc und Mrazec[1]) das an Glimmerhornfelse gebundene Magnetitvorkommen von Troitsk beschrieben worden.

Im Bergrevier Bissersk, 60 km nördlich vom Blagodat und bei Nischne Turjinsk liegt der berühmte, 7 km lange Magnetberg **Katschkanar.**[2]) Sein südlicher Abhang besteht aus Augitperidotit, der stellenweise ziemlich große selbständige Massen von Olivinfels, Serpentin und Magneteisenstein enthält. Nach Kantkiewitsch wäre der letztere teilweise bei der Umwandlung des Olivins in Serpentin entstanden, während Barbot de Marny das Erz für ein magmatisches Differentiationsprodukt hält. Ziemlich große Massen von Eisenstein treten als eluviale Seifenablagerungen auf. Die im südlichen Teile des Berges enthaltenen Magneteisensteine machen sich durch Schwankungen der Magnetnadel bemerkbar. Da die Entstehungsweise dieser Lagerstätten scheinbar nicht feststeht, mögen sie zusammen mit den übrigen uralischen Magneteisensteinen erwähnt sein.

Eine große Anzahl von Eisenerz- und Sulfidlagerstätten, die nach vom Rath[3]) denjenigen des Banats sehr analog sein sollen, finden sich in Turkestan. An den Quellen des Kiraigir, eines Nebenflusses des Uigum, nördlich von Taschkent kommen bis 21 m lange und 7 m mächtige Massen von Magnetit, Eisenglanz und Eisenkies im Kontakt zwischen Syenit und Kalkstein vor; Granat begleitet hier die Erze ebenso wie am Berge Kauriz und am Bache Sari Bulak im Distrikt Kuldscha, wo neben dem Eisenerz auch Kupferkies einbricht. Die sehr hochgelegenen Vorkommnisse sind zurzeit nicht verwertbar. Aus einer neueren Abhandlung Feodorows[4]) und einer beiläufigen Bemerkung Pošepnýs scheint hervorzugehen, daß möglicherweise auch die Erzlagerstätten von Kedabeg (S. 441) im Kaukasus zu den Kontaktlagerstätten gehören. Die französische Literatur[5]) konnte für diese Annahme allerdings gar keinen Anhalt geben.

Bei **Daschkessan**[6]) im Kaukasus, zwischen Elisabethpol und dem See Goktscha, wurden Kobaltingruben im Katschkar Tschai Tal, einem Seitental des Scham Chor, eines rechten Nebenflusses des Kur, abgebaut. Das armenische

---

[1]) Sur le minerai de fer de Troitsk (Oural du Nord); Bull. Soc. d. sci. d. Bucarest, XIII, 1904, 35—37.

[2]) Zerrenner, Über den Magnetberg Katschkanar am Ural; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., I, 1849, 475—482. — Barbot de Marny, Der Berg Katschkanar und seine Magneteisenerzlagerstätten; Bergjournal, 1902, II, 243—266; Ref. N. Jahrb., 1904, I, — 86—87 —. — Kantkiewicz, Geologische Untersuchungen längs der uralischen Eisenbahn; Bergjourn., 1880, II, 325—373; Ref. N. Jahrb., 1883, II, 357—361.

[3]) Naturwissenschaftliche Studien, 1879, 142—143, nach Muschketoff.

[4]) Die Gesteine von Kedabeg; Mém. d. l'Acad. Impér. d. sciences d. St. Pétersbourg (8), XIV, No. 3, 1903, Lit. — Pošepný, Geologisch-montanistische Studie der Erzlagerstätten von Rézbánya, 169.

[5]) Siehe auch: Chaper, Note sur un gîte cuivreux d'origine volcanique du Caucase méridional; Bull. Soc. géol. d. Fr. (3), XXI, 1893, 101—109. — Lebedeff, Geologische Untersuchung eines Teiles des Bortschalinskischen Kreises (Somchetien) im Gouvernement Tiflis; Mat. pour la géol. du Caucase (3), III, 1902, 111—160; Ref. N. Jahrb., 1904, I, — 226 —. — Nicou, Le cuivre en Transcaucasie; Ann. d. Min. (10), VI, 1904, 5—54.

[6]) Hauchecorne und Bernoulli, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XIX, 1867, 11. — G. Rose, ebenda XX, 1868, 233. — Zincken, Die Mineralschätze des europäischen Rußlands; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXIX, 1880, besonders 468. — Der folgenden Darstellung liegen zwei im Exzerpt vorliegende Briefe von Direktor Dannenberg (9. XII. 1889) und Ingenieur L. Schröder (II. 1890) zugrunde.



Dorf Daschkessan liegt 6 Meilen westlich von Elisabethpol, die Grube am östlichen Gehänge des Tales, etwa 1000 Fuß über dessen Sohle und 5000 bis 5500 Fuß über dem Kaspi-See. Den Mitteilungen über die Lagerungsverhältnisse scheint sich folgendes entnehmen zu lassen: zu oberst liegen dunkle porphyrische Gesteine, welche am Stollenmundloch etwa 40 m mächtig sind; darunter folgt eine wenig mächtige Lage von Serpentin als lokale Zwischenlagerung zwischen dem porphyrischen hangenden Gestein und einem Magneteisenerzlager im Liegenden. Er ist reich an Granaten und diente früher den Armeniern zur Herstellung von Pfeifen (daher Tschibusch Dagh = Pfeifenstein). In diesem Gestein stellen sich linsenförmige Nester von Kobaltglanz und von Kupferkies ein. Man hat im ganzen drei Kobaltinnester abgebaut, welche etwa 185 t Erz ergaben. Mit dem Erz und Serpentin zusammen kommen Silikate wie Hornblende, Epidot, Chlorit und ferner Quarz vor. Die kobaltführende Schicht mißt nach Dannenberg etwa 0,6 m, davon entfallen auf die Mächtigkeit der Kobalterzlinsen ungefähr 0,2 m. Nach unten zu wird dieselbe reicher an Eisenglanz und geht über in ein kupferkiesführendes Magnetitlager von etwa 1,2—2 m Mächtigkeit, das schon vor der Zeit der Kobaltgewinnung auf Eisen- und Kupfererze abgebaut worden war. Das Liegende des Ganzen bildet wieder ein lichtes, zersetztes, kugelig sich absonderndes porphyrisches Gestein. Das ganze Schichtensystem fällt ungefähr 5—10° nach SO. ein.

Die Kobalterze von Daschkessan wurden 1867 von Walter Siemens entdeckt und während der folgenden Jahre mit Erfolg abgebaut. Es wurden noch im Jahre 1890 14,69 t Kobaltspeise erschmolzen, im Jahre 1892 20, 1893 nur noch 3 t Erze gewonnen.[1]

Zu Kalabak bei Edremid[2] in Kleinasien tritt in kristallinen Schiefern, die einerseits auf Granit ruhen, andererseits von Kalkstein überlagert werden, eine aus teilweise feinfaseriger Hornblende, etwas Granat, Epidot, Kalkspat und Magnetit bestehende Lagermasse auf, in der sich, scharf vom Schiefer abgegrenzt, „Erzstöcke" finden. Letztere sind bis zu 60 m lange, 30 m breite und 6 m dicke Linsen, die von Magnetit, Granat, Kupfererzen, etwas Molybdänglanz, stellenweise mit Spuren von Kobalt und Wismut gebildet werden.

Die Blei- und Zinkgruben von **Balia-Maden**[3] im Vilajet Brussa (Kleinasien), etwa 100 km landeinwärts gelegen, sind schon im Altertum betrieben worden und gehören jetzt zu den wenigen bemerkenswerteren Bergbauen des osmanischen Reiches. In der Gegend sind fossilreiche oberkarbonische Kalksteine, dunkelgraue Sandsteine und blauschwarze Schiefer verbreitet, die von triasischen Konglomeraten und Sandsteinen diskordant überlagert und von Augitandesit in weiter Verbreitung durchbrochen werden. Bei Balia hat sich eine erzführende, 2—5 m breite Kontaktzone herausgebildet; ein von Berg beschriebenes

---

[1]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 96; hier ist allerdings, wohl irrtümlich, von „Daschkent" die Rede. — Ztschr. f. d. Berg-, Hütt- u. Sal.-Wes., XLV, 1897, 113. — Über eine Magneteisenerzlagerstätte bei Daschkessan siehe Terpigoreff, Gorno-Sawodskaja Gazetta, 1900, No. 35; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1905, 116—118.

[2]) Nach Mitteilungen des Ingenieurs Kunze an Stelzner und eingesandten Proben.

[3]) v. Bukowsky, Die geologischen Verhältnisse von Balia-Maden im nordwestlichen Kleinasien; Sitz.-Ber. Kais. Akad. d. Wiss., CI, 1892, 214—235. — Ders., Geologische Forschungen im westlichen Kleinasien; Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1892, 134 bis 141. — Weiß, Kurze Mitteilungen über Lagerstätten im westlichen Anatolien; Ztschr. f. pr. Geol., 1901, 249—262, bes. 253—254. — Berg, Beiträge zur Kenntnis der kontaktmetamorphen Lagerstätte von Balia-Maden; ebenda 365—367. — Ralli, The lead mines of Balia, Turkey; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 274.

Stück des verhärteten Kalksteins erwies sich als ein feinkörniges Gemenge von Epidot, Granat, Pyrit, Anorthit, Bleiglanz und Quarz mit nur wenig Kalkspatresten. Die Erze bestehen aus Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies, Kupferkies, Arsenfahlerz, etwas Zinkspat, Calamin, Weißbleierz usw. Der Galmei ist etwas kadmiumhaltig. Nach der Schilderung von Weiß treten die größten Erzmassen im Andesit selbst auf, dessen Feldspat dann stark kaolinisiert erscheint. Man hat solche fast ganz reine Bleiglanzmassen mit 0,12 % Silber in einer Ausdehnung von 26 m Länge und 3—5 m Breite angetroffen; die von den Erzmitteln überhaupt erreichten Dimensionen betragen 50 m in der Länge und 8 m in der Breite, dabei ist ihre Tiefenerstreckung eine große. Im ganzen sind die Mitteilungen über die Natur dieser Lagerstätten nur sehr dürftige. Der mittlere Gehalt der Erze ist 16—20 % Blei und 8 % Zink. Balia-Maden hat in den letzten Jahren einen großen Aufschwung genommen; die Bleiproduktion beträgt jetzt ungefähr 10000, die Zinkerzförderung 2000 t im Jahre. Die Gruben beschäftigen 1800 Leute.

In dem 110—250 km breiten, großenteils aus paläozoischen Kalken bestehenden, an Eruptivgesteinen reichen Bergland, das den Staat Arizona vom Coloradostrom her in südöstlicher Richtung quer durchstreicht, sind an zahlreichen Stellen Bergbaue entstanden, seitdem die Unterwerfung der räuberischen Apacheindianer eine Besiedelung ermöglicht hat. Prescott, Silverking, Tombstone sind wichtigere Gold- und Silberdistrikte. Dazu kommen besonders seit neuerer Zeit die Kupfererzlagerstätten von Bisbee, Val Verde, Clifton-Morenci und Globe, die ungefähr 23 % der riesigen amerikanischen Kupferproduktion liefern.[1]) Wenigstens die Vorkommnisse von Bisbee und Clifton-Morenci und wohl noch andere Arizonas gehören zu den Kontaktlagerstätten; diejenigen von Globe, wo auch Bleiglanz gewonnen wurde, sind weiter oben beschrieben worden (S. 1125), über die Geologie der Kupfererze von Yavapai steht keine genauere Beschreibung zu Gebote.

Das seit 1876 bekannte, seit 1880 lebhaft abgebaute Kupfererzvorkommen von **Bisbee**,[2]) in nächster Nähe der mexikanischen Grenze gehört dem unteren und oberen Kohlenkalk an. Das Grundgebirge besteht aus präkambrischem Quarzglimmerschiefer, über welchem diskordant kambrische Quarzite und kambrische, devonische und karbonische Kalksteine auflagern. Diese etwa 1500 m mächtige Schichtenreihe, an welcher der Kohlenkalk mit einer Mächtigkeit von 800 m beteiligt ist, war im allgemeinen nur schwach aufgerichtet und von größtenteils sauren Eruptivgesteinen durchbrochen worden, als sich nach einer Zeit langer Abrasion die Sandsteine, Schiefer und Kalksteine der Kreide darüber lagerten. Gegen Nordwesten tritt aus den älteren Schiefern eine Granitmasse hervor, während im übrigen alle vorkretazeischen Gesteine von Stöcken und

[1]) Wendt, The copper-ores of the Southwest; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XV, 1887, 25—77.

[2]) Douglas, The Copper Queen Mine; ebenda XXIX, 1900, 511—546. — Emmons, The secondary enrichment of ore deposits; ebenda XXX, 1901, bes. 189 bis 193. — Ransome, The geology and copper-deposits of Bisbee, Arizona; ebenda XXXIV, 1904, 618—642. — Ders., The geology and ore deposits of the Bisbee Quadrangle, Arizona; Prof. Paper No. 21, U. St. Geol. Surv., 1904. — The Warren district, Arizona; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 545—546.

netzartig sich verzweigenden Gangzügen von Granitporphyr, teilweise von rhyolithischem Habitus, durchbrochen werden. Ein an der Oberfläche etwa $1^1/_2$ km breiter Granitporphyrstock liegt unmittelbar bei Bisbee und den Kupfererzlagerstätten. Ganz untergeordnet sind Gänge von Monzonitsyenitporphyr und Dolerit. Sämtliche Gesteine sind von vielen Störungen betroffen worden. Die Erscheinungen der Kontaktmetamorphose sind im ganzen geringfügige, stellenweise aber doch besonders mikroskopisch unzweifelhaft nachweisbar und dort am besten entwickelt, wo größere Massen von Granitporphyr die Kalksteine durchbrochen haben.

Die Lagerstätten von Bisbee führen fast ausschließlich Kupfererze, die aus der sekundären Anreicherung von mehr oder weniger kupferkieshaltigen Pyritlagerstätten hervorgingen; letztere sind in den tieferen Bauen schon ziemlich frühzeitig angetroffen worden. Weißbleierz bildete den Gegenstand des ersten Bergbaues zu Bisbee, fehlt aber im übrigen in den jetzigen Kupfergruben ebenso wie Bleiglanz; Goldquarzgänge sind im Kreidesandstein bekannt. Die Kupfererzmassen folgen den im allgemeinen wenig geneigten Schichten des Kohlenkalks einerseits und sind andererseits in ihrer Anordnung von Spalten abhängig. Sie werden selten über 36 m mächtig und erreichen einschließlich der armen Lagermassen 250 m Länge und 180 m Breite. Ein einziger Erzkörper der Copper Queen-Grube hat 75 000 t Erz mit über 9000 t Kupfer ergeben.

Die beiden Hauptgruben von Bisbee sind die schon im Jahre 1880 gegründete Copper Queen und die etwas jüngere Calumet and Arizona, südlich davon. Der ganze Bergbau spielt sich auf einer etwas über $^1/_2$ qkm großen Fläche ab und hat Teufen von fast 400 m erreicht. Reiche oxydische und sekundäre sulfidische Kupfererze bedingen jetzt noch den Wohlstand Bisbees. Die schon wiederholt geschilderte Veredelung der Kupfererzlagerstätten durch sekundäre Vorgänge in den oberen Teufen findet sich hier in besonders bemerkenswertem Maße. Der Übergang der völlig oxydierten Erze in die Sulfide tritt stellenweise erst in 270 m Teufe ein. Die Grenze der Umwandlungserscheinungen ist aber an kein bestimmtes Niveau gebunden und abhängig von dem größeren oder geringeren Grade der Zerklüftung der Erze und des Gebirges. Bei dem tiefen Stande des Grundwasserspiegels konnten oxydische Erze bis zu einer Tiefe von 330 m verfolgt werden. In den oberen Lagerstättenzonen fand sich ziemlich viel ged. Kupfer, manchmal in mehrere hundert Pfund schweren Massen; es ist zwar später seltener geworden, war aber immerhin noch in 300 m Tiefe anzutreffen. Ebenso war Rotkupfererz, erdig, selten derb und begleitet von Brauneisenerz und eisenschüssigem Ton, ein wichtiges Erz der Oxydationszone, dazu kam Schwarzkupfererz, oft mit Manganoxyden gemengt, Footeit (ein wasserhaltiges Kupferchlorid), seltener Brochantit, Aurichalcit, Chrysokoll und ein von Koenig[1]) als Melanochalcit beschriebenes und als

[1]) On paramelaconite and the associated minerals; Proc. Philad. Ac. Sci., 1891, 284—291. — Ders., On the new species melanochalcite and keweenawite; with notes on some other known species; Am. Journ. Sci. (4), XIV, 1902, 404—410; beide Arbeiten zitiert Ransome.

$Cu_2(Si, C)O_4 . Cu(OH)_2$ gedeutetes Mineral. Wegen ihrer großen Schönheit berühmt sind die Malachit- und Azuritstufen von Copper Queen; die Mineralien fanden sich mit teilweise stalaktitischem Kalkspat als Auskleidung von Hohlräumen in den oberen Teufen, sind aber seitdem seltener geworden. Auf die Zone der oxydischen Erze folgte eine reiche Masse von derbem oder pulverigem, vielfach von Pyrit durchwachsenem Kupferglanz; das gemeinschaftliche Vorkommen beider betrachtet Ransome als einen weiteren Beweis dafür, daß die Bildung der sekundären Kupfersulfidzonen unter dem eisernen Hute durch die Einwirkung von Kupfersulfat auf Schwefelkies vor sich gehe.[1]) Buntkupfererz ist untergeordnet. Das hauptsächlichste Erz der unveränderten Lagerstätten ist der Schwefelkies, dem sehr schwankende Mengen von Kupferkies und sehr wenig Zinkblende beigemengt sind. Wo der Schwefelkies an den Rändern der Erzkörper den Kalkstein imprägniert, erweist die mikroskopische Untersuchung häufig die Anwesenheit von Quarz und der Kontaktmineralien Tremolit, Diopsid, von optisch anomalem Grossular und wahrscheinlich auch von Vesuvian. Der Pyrit ist gleich alt mit diesen Silikaten, die Hauptmasse des Kupferkieses, sowie die Zinkblende jünger als er. Der erstere ist mit Vorliebe kristallisiert, der Kupferkies derb. Die häufigste Gangart ist Kalkspat; der die sekundären Erze begleitende Ton ist manchmal fast reiner Kaolin. Ransome neigt dazu, die Entstehung der Lagerstätten mit der Intrusion des unmittelbar benachbarten Granitporphyrs in Zusammenhang zu bringen.

In der ersten Zeit der Copper Queen-Grube wurden nur Erze von 23% durchschnittlichem Kupfergehalt abgebaut; trotzdem jetzt Bisbee durch eine fast 400 km lange Bahn mit der Stadt El Paso verbunden und damit die Verwertung der Erze erleichtert ist, beträgt der Durchschnittsgehalt der Förderung immer noch 7% auf der Copper Queen-, 10% (im Jahre 1902) auf der Calumet and Arizona-Grube. Die in der Förderung enthaltene absolute Kupfermenge erreichte bei der weitaus wichtigeren Copper Queen-Grube im Jahre 1901 über 18000 t, das Ausbringen des Bisbee-Kupferdistrikts von 1880—1902 betrug 172600 t. Für 1904 wird die Gesamtkupferproduktion der Gruben um Bisbee zu 45000 t angegeben.

Der Kupferdistrikt von **Clifton-Morenci**[2]) im Flußgebiete des Gila im südlichen Arizona gehört einem weitausgedehnten Gebiete tertiärer Basalt- und

[1]) Auch Winchell (Synthesis of chalcocite and its genesis at Butte, Montana; Bull. Geol. Soc. Am., XIV, 1903, 269—276; Ref. N. Jahrb., 1906, I, —240—241—) hat dies experimentell bestätigt. Einstweilen wird man von einer Formulierung dieses Vorganges, der sich auch bei der Einwirkung von $CuSO_4$ auf andere Sulfide abspielt, absehen müssen; man vergleiche die abweichenden Formeln bei Winchell, Lindgren (Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXV, 1905, 511—550) und van Hise (ebenda XXX, 1901, 101, 111, 112).

[2]) Henrich, The copper ore-deposits and the copper production near Clifton, Arizona; Eng. Min. Journ., XXXIX, 1885, 68—69. — Lindgren, Copper deposits at Clifton, Ariz.; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 213, 133—140. — Ders., The genesis of the copper-deposits of Clifton-Morenci, Arizona; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXV, 1905, 511—550. — Lindgren and Hillebrand, Minerals from the Clifton-Morenci district, Arizona; Am. Journ. of Sci., XVIII, 1904, 448—460.

Rhyolithströme an, aus welchem inselförmig wahrscheinlich präkambrischer Granit hervortritt, der im übrigen von Quarzit und einer gegen 250 m mächtigen Folge silurischer, devonischer und unterkarbonischer Kalksteine bedeckt wird. Der Devonkalk enthält außerdem eine 30 m mächtige Einlagerung von Tonschiefer. Eine Masse von eruptivem Gestein, dessen Natur zwischen der eines Granitporphyrs und eines Dioritporphyrits schwankt und das in zahlreiche Gänge verläuft, durchdringt den Granit und sämtliche ihm aufgelagerten Schichten; ihre Eruption erfolgte nach Lindgren wahrscheinlich zur Zeit bedeutender Störungen in der Kreide- oder älteren Tertiärzeit. Sie war begleitet und gefolgt von der Entstehung der Kupfererzlagerstätten. Insbesondere zu Morenci ist der verhältnismäßig reine untere Kohlenkalk im Kontakt stellenweise auf einige hundert Fuß Entfernung in Granatepidotfels mit Diopsid und Tremolit umgewandelt, der als zweifellos zu derselben Zeit entstandene Begleiter ungleich verteilte Massen von Magnetit, Pyrit, Kupferkies, Molybdänglanz und Zinkblende enthält. Die Umwandlung und Vererzung hat vorzugsweise gewisse Kalkbänke betroffen, so daß die Lagerstätten sich häufig lagerartig in das Gestein hineinziehen; die Erzführung kann bis zu 600 m von den Intrusionen entfernt beobachtet werden. Die Longfellow-Grube, die wichtigste des Bezirks, bearbeitet eine mächtige dem Silurkalkstein angehörende Kontaktmasse zwischen zwei großen Granitporphyrgängen. Der Reichtum aller Gruben bestand in reichen Kupferkarbonaten, Rotkupfererz usw.; solche und sekundärer Kupferglanz sind teilweise auch in den gleichfalls verwitterten Porphyr eingedrungen. Der Silber- und Goldgehalt der Erze ist im ganzen ein geringer.

Von sekundären Erzen des Clifton-Morenci-Distrikts haben Lindgren und Hillebrand neuerdings u. a. untersucht: Coronadit (ein Manganoxyd), Willemit, Calamin, Dioptas, Chrysokoll, Morencit (ein wasserhaltiges Silikat von Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, CaO, MgO und Spuren von Na_2O und K_2O), Libethenit, Brochantit, Spangolith ($H_{18}Cu_6AlClSO_{19}$) und Gerhardtit ($H_6Cu_4N_2O_{12}$).

Außer den Kontaktlagerstätten werden auch Gänge abgebaut, die nur Sulfide und Quarz, aber keinen Magnetit führen. Der als Humboldt-Gang bezeichnete, zu Morenci bearbeitete Gangzug ist im Ausstrich taub, enthält aber in 60 m Tiefe viel Kupferglanz und Pyrit, in noch größerer Teufe Pyrit und Kupferkies. Zersetzter, mit Kupferglanz imprägnierter Granitporphyr bildet häufig sein Nebengestein. Andere Erzgänge erfüllen echte Verwerfungsspalten.

Die Erzlagerstätten sind im Jahre 1872 entdeckt worden; jetzt arbeiten drei wichtige Grubengesellschaften in den gegenseitig nur wenige Kilometer voneinander entfernten Revieren Morenci, Metcalf und Clifton, deren Produktion in den letzten Jahren so zugenommen hat, daß sie jetzt einen der wichtigsten Kupferdistrikte der Vereinigten Staaten und den wichtigsten in Arizona bilden. Die Erze sind im allgemeinen nicht reich, aber massenhaft. Im Jahre 1904 betrug die Kupferproduktion von Clifton und Morenci etwa 28000 t.

Ein weiterer in den letzten Jahren sehr wichtig gewordener Kupferbergbau ist derjenige der United Verde-Grube im **Yavapai** County[1]) bei Prescott.

---

[1]) Yavapai County, Arizona; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 832—833.

Hier scheinen die sekundären karbonatischen und sulfidischen Reicherzzonen von Gängen abgebaut zu werden, die in Schiefern aufsetzen. Außer den Kupfererzen werden dort auch Golderzgänge bearbeitet. Die Produktion der United Verde-Kupferwerke hat im Jahre 1903 fast 11000 t betragen. Arizona lieferte im Jahre 1904 eine Kupfermenge von über 86000 t; die Gesamtproduktion der Vereinigten Staaten zeigt die höchste jemals erreichte Ziffer von rund 380000 t.[1])

Die granatführende Kupfererzlagerstätte von Seven Devils in Idaho hat Melville[2]) beschrieben. Zu Deep Creek im westlichen Utah[3]) durchbricht Granit und Porphyr Productuskalk und verwandelt ihn in einen granat-, tremolit- und turmalinführenden Marmor; darin fand sich butzenweise Buntkupfererz und Malachit samt Freigold. Letzteres kommt auch für sich mit Tremolit vor.

Auf der Insel **Vancouver**[4]) sind in den letzten Jahren Kupferkieslagerstätten erschlossen worden, auf denen das Erz zusammen mit Magneteisenstein in Kalkstein längs Durchbrüchen eines von Brewer als Quarzdiorit bezeichneten Eruptivgesteins auftritt. Oberflächlich ist der Kupferkies manchmal in Bornit verwandelt, Schwerspat begleitet mitunter die Erze.

Es mag hier auch ein Zinkerzvorkommen bei Lake Valley in Neu Mexico erwähnt werden, das Blake[5]) beschrieben hat. Man baute dort Zinkspat und etwas Calamin ab, die an einen wahrscheinlich unterkarbonischen Kalkstein gebunden waren. Dieser Galmei ist hervorgegangen aus Blende, die sich samt Pyrit, gelbem Granat, faseriger Hornblende, etwas Hämatit und scheinbar auch Epidot dort angesiedelt hat, wo ein eruptiver Gesteinsgang den Kalkstein durchbricht. Über die Erzlagerstätten von San Pedro in Neu-Mexiko, wo neben kupferführenden Kontaktlagerstätten auch metasomatische Bleierzmassen, Goldgänge und -Seifen vorkommen, haben Yung und Mc Caffery berichtet.[6])

In Mexiko finden sich Kontaktlagerstätten dieser Art u. a. in der Gegend von Mazapil im Staate Zacatecas; nach Aguilera und Ordoñez[7]) tritt ferner Kupferkies samt Granat und Magnetit und gewöhnlich mit Hämatit im Kontakt von Kreidekalk mit andesitischen Durchbrüchen in der Sierra San Carlos in Taumalipas auf. Eine andere Lagerstätte, wo längs des Durchbruchs eines als Trapp, Syenit oder Dolerit bezeichneten Gesteins der Kalk in ein Gemenge von Wollastonit und Granat umgewandelt ist, das außer Quarz auch gold- und silberhaltiges Buntkupfererz, Enargit, Kupferkies, Bleiglanz und Linneit führt, hat Mc Carty[8]) aus Chiapas beschrieben. Die Kupfererzlager-

---

[1]) Ausführlicheres über die Kupferindustrie von Arizona bringt die Mineral Industry.

[2]) Powellite, calcium molybdate: a new mineral species; U. St. Geol. Surv. Bull., No. 90, 1892, 34—37.

[3]) Blake, The limestone and gold strata of Deep Creek, Utah; Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 253.

[4]) Brewer, The copper-deposits of Vancouver Island; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1900, 483—488.

[5]) The zinc-ore deposits of southwestern New Mexico; ebenda XXIV, 1894, 187 bis 195.

[6]) The ore-deposits of the San Pedro district, New Mexico; ebenda XXXIII, 1903, 350—362, und Eng. Min. Journ., LXXV, 1903, 297—299.

[7]) Bosquejo geológico de México, 1897, 68, 222. Bol. d. Inst. geol. de México, No. 4, 5, 6. Zitiert von Lindgren, Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 234—235.

[8]) Mining in the wollastonite ore-deposits of Santa Fé Mine, Chiapas; Transact. Inst. Min. and Met., IV, 1895—1896, 169—189, zitiert von Lindgren, ebenda.

stätten von Jimenez[1]) im Staate Chihuahua scheinen gleichfalls typische Beispiele granatführender Kontaktlagerstätten zu sein.

Der merkwürdige, seit 1552 bekannte Eisenberg **Cerro de Mercado**[2]) bei Durango in Mexiko sei hier erwähnt, wenn auch über seine Entstehungsweise nichts sicheres bekannt ist. Dieser Höhenzug ist etwa 1500 m lang und erhebt sich ungefähr 100 m über die Umgebung; seit einigen Jahren wird in der Nähe das Eisenerz mit Vorteil verhüttet.

Der Cerro de Mercado wird an der Basis gebildet von mächtigen Bänken von Rhyolith, besteht aber im übrigen hauptsächlich aus festem, hartem Eisenglanz, dessen Drusenräume mit Martitkristallen ausgekleidet sind, sowie untergeordnet und stellenweise auch aus Magnetit. Die Zusammensetzung des roten, weichen Erzes, das sich am Fuße des Hügels findet und das man allein verhüttet, wird folgendermaßen angegeben: Fe 60,85, Mn 0,26, SiO_2 7,02, Al_2O_3 2,06, CaO 1,15, MgO 0,22, S 0,024, P 0,275, Glühverlust 2,08. Der unten kompakte Rhyolith wird nach oben zu brecciös; weiterhin zeigt sich dann Eisenerz, mitunter in Oktaedern von Martit, auf den Klüften der Breccie, bis die ganze Masse aus solchem besteht. Zum Teil auf Spalten findet sich auch häufig Apatit, Eisenglanz, Quarz und Topas. Die Eisenerzmasse des Cerro de Mercado ist gewöhnlich als eruptive Bildung, im besonderen wohl auch als Produkt einer magmatischen Differentiation erklärt worden. Die Frage, ob sie nicht vielleicht eine großartige metasomatische, durch Pneumatolyse entstandene Lagerstätte sein könnte, scheint noch nicht erörtert worden zu sein.

Großartige Eisensteinlager werden seit etwa 20 Jahren bei **Santiago** auf Cuba[3]) abgebaut. Die wichtigsten Gruben liegen in einem Hügelland zwischen der Küste und der hohen Sierra Maestra und bilden eine 30 km lange Reihe, die ebensoweit östlich von Santiago mit der Grube Sevilla beginnt und bei den Siguagruben endigt. Dazwischen befinden sich die ältesten, seit 1883 betriebenen Abbaue von Juragua. Das Eisenerz besteht aus mächtigen Massen von Hämatit und Magneteisenstein, von denen gewaltige Blöcke auf der Oberfläche herumlagern. Ihr eigentliches Wesen scheint wenig bekannt zu sein. Eine große Bedeutung als Untergrund des Gebietes besitzen eruptive Gesteine, die als Syenit, Trapp und Diorit bezeichnet werden. Während nach Wedding die mit Chlorit und Epidot verwachsenen Erze dort auftreten, wo „Diorite"

[1]) Weed, Notes on certain mines in the states of Chihuahua, Sinaloa and Sonora, Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXII, 1902, bes. 404—405.

[2]) Hill, The occurrence of hematite and martite iron ores in Mexico; Am. Journ. of Sci., XLV, 1893, 111—119; Ref. N. Jahrb., 1895, I. — 15 —. — Rangel, Villarello y Böse, Los criaderos de fierro del Cerro de Mercado en Durango etc.; Instit. Geol. d. Mexico, Boll., No. 16, 1902. — Farrington, Observations on the geology and geography of Western Mexico, including an account of the Cerro Mercado; Field Col. Mus. Publ., No. 89, Geol. Ser., II, No. 5, 195—228; Ref. N. Jahrb., 1905, II, — 201 —. — Ders., Some notes on the Cerro Mercado; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 345—346.

[3]) Kimball, The iron-ore range of the Santiago district of Cuba; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XIII, 1885, 613—634. — Wedding, Die Eisenerze der Insel Cuba; Stahl und Eisen, XII, 1892, 545—550. — Souder, Mineral deposits of Santiago, Cuba; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXV, 1905, 308—321.

Schichten des weißen Jura durchbrochen und in Marmor umgewandelt haben, also möglicherweise Kontaktlagerstätten wären, sollen sie nach einer beiläufigen Angabe Souders als gewaltige Linsen in dem Eruptivgestein selbst eingebettet sein. Die durchschnittliche Zusammensetzung der Erze von den Signa-Gruben ist nach Wedding folgende:

Fe_2O_3 . . .	91,71 = 64,20 Fe.	Al_2O_3 . . .	0,88
SiO_2	5,10	CaO	0,75
P	0,023	MgO	0,91
S	0,042	Mn	0,28

Gewisse Erze enthalten auch etwas Kupfer. Im Jahre 1902 wurden rund 700000 t Eisenerz von Santiago nach den Vereinigten Staaten exportiert.

Seit 1895 haben die Manganerzlagerstätten im San Luis-Distrikt bei Santiago, besonders diejenigen von Ponupo, eine große Bedeutung erlangt. Da über ihre geologische Beschaffenheit kaum etwas bekannt ist, so mögen sie hier erwähnt werden. Haupterz ist Pyrolusit; er bildet oberflächlich gelagerte unregelmäßige Mittel, nach Souder „eingebettet in Ton und begleitet von Hornstein und Porphyr". Die Analysen zeigen etwa 50 % Mn, 1 % Fe, 0,05 % P und 1 % BaO. Im Jahre 1902 betrug die Ausfuhr 40000 t.

Die Wismutlagerstätte des 22 km SSW. vom Mount Bischoff gelegenen **Mount Ramsay** in Tasmanien[1]) ist an einen kristallinisch-körnigen Hornblendefels gebunden, der wenig unterhalb des Gipfels dieses Granitberges ansteht; sie enthält an weiteren Mineralien Arsenkies, Kupferkies, Magnetkies, Scheelit, Flußspat und Granat. „Das Vorkommen ist eine stockförmige Kontaktlagerstätte, eingeklemmt zwischen Granit, Gneis und Diorit; die Hornblendemasse, welche in Drusen zuweilen wohlgebildete Hornblendekristalle zeigt, ist am Hangenden durch einen Mantel von hornsteinartigem, mit feinen Magnetkieskörnern imprägnierten Quarzit vom Granit getrennt. Dieser Quarzit umschließt auch unregelmäßige Partien von dunkelbraunem Granat in körnigen Massen (∞0), zämentiert durch Eisen- und Magnetkies. Eingesprengt im Hornblendefels findet sich das ged. Wismut, vornehmlich in einer 12—15 Fuß breiten Zone entlang dem Hangenden." (Ulrich.) Das erzführende Gestein enthielt bis 10 % Wismutmetall. Der Arsen- und Kupferkies sind etwas goldhaltig. Über ein ähnliches Vorkommen am Emu-River hat gleichfalls Ulrich berichtet.[2])

Die sulfidführenden Magnetitlagerstätten im Kontakthof des **Heemskirk**-Granitstockes, etwa 6 km W. von Zeehan auf Tasmanien, hat Waller[3]) beschrieben.

Zu den Kontaktlagerstätten gehören zweifellos auch die weitverbreiteten Kupfererzvorkommnisse der Gegend von **Chillagoe**,[4]) westlich vom Herberton-Zinndistrikt in Queensland. Devonkalk wird dort an zahlreichen Stellen von Hornblendegranit und scheinbar granitporphyrischen Gängen durchbrochen und in Marmor umgewandelt; unregelmäßige, bis zu 60 m mächtige Massen von Kalkeisentongranat, häufig mit Magneteisenstein, der bis zu 25 cm große dode-

---

[1]) vom Rath, Sitz.-Ber. niederrh. Ges., 1877, 63—65, nach Ulrich; derselbe zitiert auch Ulrich, Report of an inspection of the bismuth mine of Mount Ramsay, Hobart 1876. — v. Foullon, Verh. k. k. geol. Reichs-Anst., 1884, 144—148.

[2]) N. Jahrb., 1877, 494—497.

[3]) Report on the iron and zinc-lead ore deposits of the Comstock district; Hobart 1903.

[4]) Smith, The garnet-formations of the Chillagoe copper-field, North Queensland, Australia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIV, 1904, 467—478. — Turner, ebenda 974—976.



kaedrische Kristalle bildet, samt Wollastonit und Pyroxen treten am Kontakte auf und enthalten bald Kupfer-, bald Bleierze. Kupferkies, der von Zinkblende und Magnetkies begleitet wird, bezw. seine Verwitterungsprodukte werden jetzt abgebaut. Die südlich von Herberton gelegene Mount Garnet-Grube, über die scheinbar ausführlichere geologische Mitteilungen nicht vorliegen, ist im Jahre 1903 nach kurzem Betrieb wieder aufgelassen worden.

Die Entstehung der epigenetischen Lagerstätten.

Schon aus zahlreichen in den vorigen Abschnitten enthaltenen Erörterungen und Andeutungen ergibt sich, daß sehr verschiedene chemisch-physikalische Vorgänge an der Entstehung äußerlich ähnlicher Lagerstätten beteiligt gewesen sein können. Die epigenetischen Erzlagerstätten bilden deshalb in genetischer Hinsicht keine in sich abgeschlossene Gruppe von Erscheinungen, sondern ihre Deutung wird sich in den verschiedensten Gebieten der chemischen Geologie bewegen müssen. Andererseits wird die Erörterung ihrer Entstehungsweise dadurch vereinfacht, daß ihre formelle und stoffliche Erscheinungsweise z. T. nur einerseits eine Folge der Natur ihres Nebengesteins, andererseits der Natur und besonders der Reaktionsfähigkeit der den Mineralabsatz bewirkenden Agentien ist. Sämtliche epigenetische Lagerstätten, die Gänge, metasomatischen Lagerstätten und Höhlenfüllungen dürfen deshalb nur gemeinschaftlich und von gleichen Gesichtspunkten aus auf ihre Entstehungsweise hin betrachtet werden.[1])

Eine Betrachtung der Entstehungsweise der epigenetischen Lagerstätten hätte an und für sich selbstverständlich zu unterscheiden zwischen der Entstehung des der Mineralansiedelung dienenden Raumes, die von letzterer völlig unabhängig sein kann, und zwischen der Natur der mineralbildenden Agentien und ihrer Herkunft. Da aber die Frage nach der Entstehung des Ansiedelungsortes schon früher erörtert worden ist, soll sie im folgenden möglichst unberücksichtigt bleiben.

Kurzer geschichtlicher Rückblick.[2])

In früherer Zeit, wo man vielfach auch nicht gangförmige Lagerstätten als Gänge bezeichnete und noch späterhin, als man allgemein fast nur zwischen Gängen und Lagern unterschied und für diese letzteren von vornherein eine

---

[1]) Stelzners Vorlesungsmanuskript behandelt die Entstehung der Erzgänge im Anschluß an die „Gangformationen".

[2]) Die ausführlichste Darstellung der bis zu seiner Zeit veröffentlichten Gangtheorien gibt Werner, Neue Theorie von der Entstehung der Gänge, 1791; eine spätere Zusammenfassung findet sich u. a. bei Kühn, Handbuch der Geognosie, 1836, II, 318—333, 666—730. Ein Vortrag Emmons' (Theories of ore deposition historically considered, Bull. Geol. Soc. Am., XV, 1904, 1—28) schildert in großen Zügen die Entwickelung der wissenschaftlichen Lagerstättengeologie. — * In einem geschichtlichen Überblick dürfen die Anschauungen ernster und zu ihrer Zeit angesehener Männer

sedimentäre Entstehung für wahrscheinlich hielt, forderten allein die Erzgänge zu einer Diskussion heraus, die mit den fortschreitenden chemischen Erfahrungen und ganz besonders auch mit der Zunahme der exakteren Kenntnisse von chemisch-geologischen Vorgängen an Vielseitigkeit gewinnen mußte.

Im XVI. Jahrhundert findet sich noch die Vorstellung,[1]) daß durch die Vereinigung von Schwefel und Quecksilber die Erze und Metalle entständen, wobei die besondere Natur der letzteren von einer Mitwirkung der Gestirne und deren Himmelslauf abhängig sei; so entstehe durch den Einfluß der Sonne Gold, und deshalb sei ein nach Süden gerichteter Bergabfall besonders günstig für seine Bildung auf Gängen, unter dem Monde Silber, unter dem Saturn Blei usw. In seiner Weise gibt Mathesius[2]) die Anschauungen seiner Zeit in folgenden Sätzen wieder: „Daß Metall irdische Leibe sein, aus Staub und feuchten und feisten Dünsten, so die natürliche Hitze aus der Erden oder Felsen zusammenzeucht oder die aus dem Gestein in die Gänge prodemet (gebrodelt) von Gott geschaffen werden"; oder: „Ob aber wohl Quecksilber und Schwefel ihr eigen Gäng und Fletz, darinn sie gediegen und mit andern Bergarten vermengt, angetroffen und ihr Selbständigkeit für sich haben, kann ich dennoch ohne sonderliche Ursach der alten Ärzte, weiser Leut, Alchymisten und erfahrener Bergleute Meinung nicht gar verwerfen, welche einhellig zeugen, daß allerlei Metall aus Quecksilber und Schwefel geziegelt werden"; oder: „Das Feuer zeucht Schwefel und Quecksilber zusammen aus dem Gebirge; Gott kocht es im Gange und macht einen durchsichtigen Leib daraus, wie es ihm gefällt, giebt ihm Form, Gestalt, färbet es mit Zinnober" (d. h. es wird Rotgültigerz daraus). Mathesius' Meinung mochte die allgemein verbreitete sein; mehr durchdacht aber war Agricolas[3]) Erklärung von der Entstehung der Erzgänge. Das in das Gebirge einbrechende Wasser erzeugt in den Felsen durch Auflösung und sein Gewicht die Spalten, die je nach der Härte des Gesteins bald zu Gängen, bald zu dünnen Trümern werden und schwemmte in dieselben allerlei Gesteinsteilchen zusammen, welche durch Wärme und Kälte und einen succus lapidescens verhärtet wurden.

Die Auffassung, daß die Gänge ausgefüllte Spalten seien, findet sich schon bei Rößler;[4]) auch er glaubte, daß allerlei feuchte, kalte und schleimige Materie mitsamt einer besondern Art Schwefel sich mit dem Quecksilber unter der „spiritualischen Influenz" der Planeten zu Erzen und Metallen vereinigten. Becher[5]) hielt dafür, daß die Ausfüllung der Spalten von unten herauf durch Einwirkung von Dämpfen auf geeignete Erden und Steinarten („Erz- oder Metallmütter") vor sich gegangen sei. Von solchen Matrizen oder Metallmüttern

früherer Jahrhunderte nicht fehlen; denn teilweise finden sich in ihren Gedanken Auffassungen, deren Kern noch in den letzten Jahrzehnten den Gegenstand mancher wissenschaftlichen Diskussion gebildet hat. *

[1]) Siehe: Ein wolgeordent und nutzlich büchlin wie man bergwerck suchen und finden sol, von allerley metall, mit seinen figuren nach gelegennheyt, deß gebijrges, artlych angezeygt. Mit anhangenden Bercknamen den anfahenden Bergleuten vast dienstlich. Augsburg 1505. Dasselbe als „das älteste deutsche Bergwerksbuch" herausgegeben von v. Dechen 1885.

[2]) Sarepta, darinn von allerley Bergwerck und Metallen, was ihr Eigenschaft und Natur und wie sie zu nutz und gut gemacht guter Bericht gegeben, 1571, 30.

[3]) De ortu et causis subterraneorum etc., Basel 1546, cap. III, IV, V.

[4]) Speculum Metallurgiae politissimum oder hellpolierter Bergbauspiegel, Dresden 1700, Buch I, cap. 5, 2 und cap. 25, 9.

[5]) Physica subterranea, 1669.

ist noch bis in die Mitte des XVIII. Jahrhunderts die Rede. Nach Henkel[1]) füllen sich die Gänge durch Dämpfe, welche infolge von Gärungen dem Nebengestein entweichen und auf die Erzmütter einwirken. Nach Zimmermann[2]) sind die Gänge nichts anderes als strich- und streifenweise veränderte Zonen des Nebengesteins; das durchmürbte und durchwitterte Gestein ist durch den Einfluß eines auf Klüften eindringenden „Salzwesens" zur Umwandlung in Erze geeignet gemacht, zu Erzmüttern umgewandelt worden. Aus diesen und aus Säuren entstanden die Erze. Zimmermann bringt den Erzreichtum des Erzgebirges in Zusammenhang mit den zahlreichen salzführenden Heilquellen, welche in Böhmen einerseits, an der Saale und Unstrut andererseits demselben benachbart seien. Daß auf den Erzgängen selbst Heilquellen so selten seien, fände darin seine Begründung, daß auf jenen die Salze bei der Erzbildung festgehalten worden wären.

Oppel[3]) sprach zuerst mit großer Bestimmtheit aus, ein Gang sei „ein in einem Gebirge sich weitausbreitender Ritz oder Trennung des Gesteins, welche mit einem von dem Gebirge unterschiedenen Gestein angefüllt ist" und unterschied zwischen Flözen und Gängen ebenso wie das heute geschieht. Er hält es ferner nicht für ganz unmöglich, daß die Gangspalten durch eine plötzliche Austrocknung des Erdballes, zu einer Zeit als derselbe der Sonne besonders nahe gekommen sei, entstanden wären, daß dieselben vielleicht sehr tief ins Erdinnere hinabsetzten und daß sich alsdann „die steinmachenden Feuchtigkeiten und mineralischen Dämpfe zu Erz und Stein angelegt" hätten. Oppel hat auch die Bedeutung der Erzgänge und Spalten als Verwerfer bereits richtig erkannt und die letzteren als Verschiebungen des Gebirges gedeutet. Bemerkenswert ist übrigens die von Lehmann[4]) ausgesprochene Anschauung, daß die Erzgänge nur Ausläufer eines in der Tiefe der Erde steckenden metallischen Stockes seien; wie in den Bäumen und ihren Ästen, so stiegen auf ihnen die ursprünglichen Bestandteile der Erze in einer feuchten und dunstigen Gestalt nach der Oberfläche der Erde empor. Delius[5]) sieht in den Gangspalten Risse, welche infolge einer Kontraktion der ursprünglich feuchten, aus Wasser niedergeschlagenen Sedimente oder auch durch ein ungleichmäßiges Zusammensinken (sich Setzen) derselben entstanden seien. Die Gangarten sind für ihn im Sinne Bechers die Erzmütter, welche durch Hinzutreten von merkurialischen und brennbaren, gleichfalls vom Wasser herbeigeführten Substanzen zu Erzen werden.

Mit einer großen Zahl von Einwürfen tritt Charpentier[6]) der damals allgemein gewordenen Auffassung entgegen, wonach die Gänge ausgefüllte Spalten sein sollten. Er weist darauf hin, daß viele Gänge vom Nebengestein nicht scharf getrennt seien und betrachtet die Salbänder als eine Übergangszone zwischen beiden. Die Gänge sind nach ihm keine ausgefüllten Spalten, sondern längs zahlloser feinster Haarklüfte umgewandelte, veränderte Gesteinszonen. Baumer[7]) erblickt in den Gängen Spalten, welche unter dem Meere entstanden sind, worauf das Vorkommen von Versteinerungen in denselben hinweise; nach Gerhard[8]) sind die Spalten durch Absenkungen oder auch durch Gärungen innerhalb des Gesteins selbst aufgerissen. Gangarten und Erze stammten aus

[1]) Pyritologia oder Kieshistorie, 1725, XIII. Cap.

[2]) Obersächsische Bergakademie, 1746, 104—106.

[3]) Anleitung zur Markscheidekunst, 1749, 233—238, 243—244. — Ders., Bericht vom Bergbau. Zitiert von Werner.

[4]) Abhandlung von den Metallmüttern und der Erzeugung der Metalle, 1753, 178—179.

[5]) Anleitung zu der Bergbaukunst, 1773, 15.

[6]) Mineralogische Geographie der chursächsischen Lande, 1778, 413—432.

[7]) Fundamenta Geographiae et Hydrographiae subterraneae, 1779, 45—46.

[8]) Versuch einer Geschichte des Mineral-Reichs, 1781, I, 225—226, 263—282.

dem Gestein, das bei ihrem Absatz noch nicht erhärtet war. Ganz allmählich wirkende, von Wasser und Wärme geförderte Umsetzungen bewirken nach v. Trebra[1]) die Umwandlung ganzer Gesteinszonen in andere oder in Erzlagerstätten. Wie bei Gerhard so findet sich bei Lasius,[2]) und zwar hier in besonders bestimmter Form, bereits die Theorie von der Lateralsekretion ausgesprochen. Die Gänge sind Spalten, welche als mittelbare Folge der Erosion betrachtet und auf ein Nachbrechen des Gebirgs gegen die durch die Erosion gebildeten oberflächlichen Hohlformen zurückgeführt werden.

Im Jahre 1791 veröffentlichte Werner seine „Neue Theorie von der Entstehung der Gänge". Dieselbe enthält folgende Anschauungen: 1. Die Gänge sind ursprünglich offen gewesene, nachträglich von obenher gefüllte Spalten. 2. Die Spalten sind durch ein Niedersetzen der ursprünglich feuchten Ablagerungen, durch Nachsinken in Hohlräume, welche durch die Zusammenziehung der letzteren gebildet wurden, durch eine Austrocknung und Schrumpfung der Gebirgsmassen oder durch Erdbeben entstanden. 3. Erzfüllung und Absatz der Gebirgsschichten geschahen beide als nasser Niederschlag zu verschiedenen Zeiten. 4. Das relative Alter der Erzgänge ist erkennbar. 5. Die Erzfüllung ist von den Salbändern nach der Mitte des Ganges vorgeschritten. Werner unterscheidet zuerst verschiedene Gangformationen, welche bald zu mehreren in derselben Gegend auftreten und verschiedenen Alters sein können, bald aber auch mit mehr oder weniger gleichbleibendem Gepräge für sich allein für gewisse über die ganze Erde zerstreute Gegenden kennzeichnend sind. Gegen einzelne Behauptungen der Wernerschen Theorie hat sich schon im Jahre 1801 eingehend Brunner[3]) ausgesprochen. Seine Ausführungen erinnern etwas an die heutigen Anschauungen von der magmatischen Differentiation. Ähnlich wie Brunner hatte sich einige Jahre vorher schon Delametherie[4]) geäußert: „Die metallischen und steinigen Materien sowohl, als die Erden, welche den Gang und das Salband desselben ausmachen, waren anfangs mit den Elementen, woraus das Gebirge selbst besteht, vermengt, sie haben sich aber von den letzteren abgesondert und sich, vermöge der Verwandtschaft, die sie zueinander hatten, aneinander gehangen und sich wegen eben dieser Wahlverwandtschaft miteinander vereinigt."

Neuere Erkenntnisse und Anschauungen.

Schon im Jahre 1836 hat Kühn die bis dahin ausgesprochenen Theorien in Gruppen zusammengefaßt und neuerdings erörtert. Seine sehr umständliche Gruppierung hat später v. Herder[5]) durch eine einfachere ersetzt, der auch v. Cotta[6]) folgt. Es sind ganz allgemein folgende drei Entstehungsweisen für Erzgänge denkbar:

1. Die Füllung könnte von obenher in die Gänge eingedrungen sein: Deszension.

2. Wasser, mit irgendwelchen Lösungsmitteln beladen, zirkulierte im Gestein, wirkte lösend auf dessen Bestandteile und setzte das Gelöste infolge irgend welcher Reaktionen in vorhandenen Spalten ab: Lateralsekretion.

---

[1]) Erfahrungen vom Innern der Gebirge, 1785, 48—50.
[2]) Beobachtungen über die Harzgebirge, 1789, 413—420.
[3]) Neue Hypothese von der Entstehung der Gänge, 1801.
[4]) Théorie de la Terre. Deutsche Übersetzung v. Eschenbach, 1797, I, 217—231.
[5]) Der tiefe Meissner Erbstolln, 1838, 27 und Beilage, VI, XCI—XCV.
[6]) Erzlagerstätten, I, 1859, 175—187.

3. Das Material der Spaltenausfüllung stammt aus der Tiefe: Aszension. Es könnte dann in Betracht kommen, eine Injektion im Schmelzfluß, eine Sublimation oder ein hydatogener Absatz aus Thermen.

1. Die Deszension.

Die Theorie von der Deszension vertrat Werner;[1] seine Auffassung ist aus seinen neptunistischen Anschauungen, besonders aus seiner Erkenntnis erzführender Flöze hervorgegangen. „Der nämliche nasse Niederschlag, welcher die Lager und Schichten der Gebirgsmassen und unter solchen auch die vielen erzführenden erzeugte, bildete auch die Gangmassen, und zwar zu solchen Zeiten, wenn eben die solche Teile enthaltenden Auflösungen über dergleichen vorhandenen ganz oder zum Teil offenen Spalten standen." Kühn[2] hat Werners Lehre noch verteidigt, als schon mancher andere Schüler des letzteren nicht mehr an sie glaubte. Hier mag nur erwähnt werden, daß Werner das Vorkommen von Versteinerungen in Erzgängen für einen sicheren Beweis seiner Deszensionstheorie gehalten hat, und daß noch im Jahre 1869 Charles Moore bezüglich der in den karbonischen, rhätischen und liasischen Kalksteinen Nordenglands und Wales' aufsetzenden Bleiglanzgänge ganz derselben Meinung war (s. S. 525). Daß die Wernersche Theorie für typische Erzgänge unhaltbar sei, hat v. Beust[3] mit Erfolg zu zeigen versucht und damit erreicht, daß dieselbe auf lange Zeit hinaus kaum mehr einen Vertreter fand. Daß in die Spalten allerlei Gerölle, Detritus usw. hineinfallen, dieselben wohl auch ganz erfüllen konnten, beweist nur, daß tatsächlich Spalten lange Zeit leer und offen stehen können.

In anderem Sinne hat man neuerdings die Möglichkeit oder Wahrscheinlichkeit einer Deszension für gewisse Lagerstätten behauptet, indem man annahm, daß erzführende Gesteine ausgelaugt und die Erze in größerer Teufe wieder zum Absatz gelangt seien.

Als eine Deszension könnte die abwärts gerichtete Wanderung des Erzgehalts in eisernen Hüten betrachtet werden; die sekundären Vorgänge, welche z. B. zu Broken Hill oder zu Ducktown, zu Butte, Tamaya usw. oder in den „zinnernen Hüten" Freibergs und Boliviens zu beträchtlichen Anreicherungen gewisser Zonen der Lagerstätten führen, haben aber mit der primären Ausfüllung von Spalten, um die es sich hier handelt, selbstverständlich nichts zu tun. Als eine Lagerstättenbildung durch Deszension könnte man die sekundäre Anreicherung der Roteisenerzlagerstätten am oberen See zufolge der neueren Auffassung der amerikanischen Geologen bezeichnen (S. 160). Das gleiche gilt für manche andere metathetische Gebilde. Der Anhydrit ist auf Gängen ein seltener Begleiter der Erze. Auf der Grube Kupferrose zu Lauterberg am Harz bildet er eine hauptsächliche Gangart und entstammt möglicherweise dem Zechstein, von welchem noch zerstreute Schollen auf dem gefalteten älteren Gebirge erhalten sind.

Durch Abwärtswanderung sind nach Bücking[4] die Kupfererze der Grube Wilhelmine bei Sommerkahl im Spessart aus dem Kupferlettenflöz

[1] Gangtheorie, 52.

[2] Handbuch der Geognosie, 1836, II, 722—730.

[3] Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, 1840.

[4] Der nordwestliche Spessart; Abhand. preuß. geol. Landes-Anst., Neue Folge, XII, 1892, 76—77. — Ders., Das Grundgebirge des Spessarts; Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst., 1889, insbes. 51—52.



in die Klüfte des Gneises gelangt. Fahlerz, Buntkupfererz und Kupferkies finden sich dort auf einzelnen das Gestein unregelmäßig durchziehenden Klüften und Spalten, ferner sind sekundäre Gebilde, wie Malachit, Kupferlasur, Kieselkupfer, Chalkophyllit, Aragonit und Pharmakosiderit allenthalben in dem klüftigen Gestein zu beobachten.

Emmons glaubte, daß die Leadviller Silberbleierzlager durch Lösungen entstanden seien, deren Metallgehalt dem hangenden Quarzporphyr entstammte; man hat ferner wohl behauptet, daß die Blei- und Zinkerzführung der Lagerstätten von Raibl, Wiesloch, in Oberschlesien und im Mississippigebiete ursprünglich den hangenden Schichten angehört und späterhin eine langsame Konzentration in der Teufe erfahren habe. In ähnlicher Weise suchte Beyschlag[1]) die Mineralführung der Kamsdorfer Rücken zu deuten. Im westfälischen Steinkohlengebirge bildet sich noch jetzt in gewissen Spalten, die außerhalb dieses Gebiets Bleiglanz, Zinkblende und Quarz führen, Schwerspat; Krusch[2]) führt dies auf das Zusammentreffen schwefelsäurehaltiger Wässer mit baryumhaltigen Lösungen zurück und nimmt an, daß letztere aus dem Buntsandstein niedersickerten, der verwitternde baryumhaltige Feldspatreste enthalte. Durch Annahme einer Deszension sucht Hornung[3]) den Schwerspat- und Sulfidgehalt der Harzer Gänge zu erklären.

Die Mineralbildung aus niedersickernden, auf Auslaugungen fester Gesteinsgemengteile zurückzuführenden Lösungen hat eine große Ähnlichkeit mit derjenigen durch Lateralsekretion; ihre Möglichkeit wird in jedem einzelnen Falle wie diese bewiesen werden müssen.

2. Die Lateralsekretion.

Durch Lateralsekretion sind solche Mineralien entstanden, deren Stoffbestand dem unmittelbaren Nebengestein oder einem unweit der Lagerstätte befindlichen Gesteine durch wässerige Auslaugung entzogen wurde und nach kurzer Wanderung in einer Spalte oder Höhle als meist kristallisierte Neubildung zur Wiederausscheidung kam.

Wasser, mit lösenden Agentien beladen, zirkuliert überall, durchdringt alle Poren, zersetzt, löst, führt fort und bewirkt Neubildungen. Mandeln und viele Drusenfüllungen, die vielverbreiteten Kalkspatgänge in Kalksteinen, Mergeln usw., die Gänge von Fasergips im körnigen Gips, von Quarz im Lydit, von Epidot im Basalt, ferner Eisen- und Mangandendriten in mannigfachen Gesteinen und viele andere sind bekannte Beispiele für die Neubildung von Mineralien infolge Auslaugung des Muttergesteins. Jedenfalls setzt die Annahme einer Lateralsekretion voraus, daß die an der Gangfüllung beteiligten Elemente in dem frischen und unzersetzten Nebengestein von Anfang an vorhanden gewesen seien. Wo diese Bedingung erfüllt ist, scheint ihr zunächst häufig ein begründeter Einwand nicht entgegen zu stehen, besonders wenn die Bezeichnung „lateral" nicht zu streng genommen, vielmehr der durch Auslaugung

---

[1]) Jahrb. preuß. geol. Landes-Anst., 1888, 370—371. Über seine spätere Auffassung der Rücken siehe S. 414.

[2]) Die Zusammensetzung der westfälischen Spaltenwässer und ihre Beziehungen zur rezenten Schwerspatbildung; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LVI, 1904, 36—39.

[3]) Ursprung und Alter des Schwerspates und der Erze im Harze; ebenda LVII, 1905, 291—360.



entstandenen Lösung vor ihrem Niederschlag noch eine gewisse freie Bewegung zugestanden wird.

Die Möglichkeit des Absatzes von Kalkspat, Quarz und Baryt infolge einer Auslaugung aus dem Nebengestein ist nicht zu bestreiten. Über den Baryumgehalt vieler Feldspäte hat Sandberger[1]) ausführlichere Mitteilungen gemacht und u. a. das Schwerspatvorkommen im Phonolith von Oberschaffhausen im Kaiserstuhl mit einer Zersetzung des baryumhaltigen Sanidins einerseits und des schwefelsäurehaltigen Noseans andererseits zu erklären versucht. Es enthält ferner der Orthoklas aus dem Gneis vom Ludwigschacht bei Freiberg nach Schulze 0,08, der vom Beihilfer Gneis nach Sauer 0,37, der aus dem Granit von Nadelwitz bei Bautzen 0,350 und von Wilzschhaus 0,0275 % BaO (letztere beiden nach Kolbeck). Der Oligoklas des Wegefahrter Gneises bei Freiberg hat nach Kolbeck 0,047, der aus dem Nadelwitzer Granit 0,0814, der aus dem Wilzschhauser Granit 0,0569, der Sanidin vom Drachenfels bei Bonn 0,56, der Orthoklas im Granit vom Epprechtstein 0,29 % BaO.[2]) Nach Clarke nimmt Baryum mit 0,04 % am Gesamtaufbau der Erdkruste teil.[3])

Laspeyres[4]) leitete die Herkunft des Flußspats auf Klüften des Quarzporphyrs von Halle von dem Glimmer des letzteren ab; derselbe enthält bis 5,5 % Fluor. Man könnte annehmen, daß sich der Glimmer unter der Einwirkung der Atmosphärilien zersetze; es entstehen dabei Fluoralkalien, welche mit Kalksalzen, wie mit kalkhaltigen Feldspäten, in Wechselwirkung treten können. In kohlensaurem Wasser ist Fluorcalcium löslich, letzteres wird aber ausgefällt, sobald die Lösung auf kohlensauren Kalk stößt, der dabei selbst in Lösung geht.[5]) Laspeyres glaubt so auch das häufige Zusammenvorkommen von Fluß- und Kalkspat in den Porphyren von Halle erklären zu können. Da nun aber sehr viele Biotite einen manchmal nicht unerheblichen Fluorgehalt besitzen, so möchte es doch rätselhaft erscheinen, warum Flußspat nicht viel weiter verbreitet ist, ja in großen Gebieten überhaupt gar nicht angetroffen wird. Jedenfalls darf auch hier eine Annahme nicht verallgemeinert werden, und für Freiberg beispielsweise hat sie schon deshalb keine Gültigkeit, weil dort neben Gängen, welche Flußspat in sehr großer Masse führen, noch viel mehr solche auftreten, die ganz frei davon sind.

[1]) Zur Theorie der Bildung der Erzgänge; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 377—381.

[2]) Weitere Beispiele in Hintzes Handbuch der Mineralogie, II, 1406—1411.

[3]) Hillebrand, Praktische Anleitung zur Analyse der Silikatgesteine nach den Methoden der geologischen Landesanstalt der Vereinigten Staaten, 1899, 5. Zahlreiche Angaben über das Vorkommen von Baryum in den Gesteinen und Mineralien enthält der Aufsatz Delkeskamps: „Die weite Verbreitung des Baryums in Gesteinen und Mineralquellen und die sich hieraus ergebenden Beweismittel für die Anwendbarkeit der Lateralsekretions- und Thermaltheorie auf die Genesis der Schwerspatgänge"; Ztschr. f. pr. Geol., X, 1902, 117—126.

[4]) Beitrag zur Kenntnis der Porphyre und petrographische Beschreibung der quarzführenden Porphyre in der Umgegend von Halle a. S.; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XVI, 1864, 367—460, insbes. 449—452.

[5]) Bischof, Chemische und physikalische Geologie, 1. Aufl., II, 1210—1211.



Die Lateralsekretionstheorie ist gewiß auch zulässig für manche Erze auf Gängen und in Höhlen. Das gilt z. B. wohl für manche Eisenerzgänge. Eisen ist in allen Gesteinen, besonders aber in den basischen enthalten, und deshalb bildet darin häufig Roteisenerz Anflüge auf Klüften; seine Ausscheidung erfolgt sehr oft in solcher Menge, daß das ganze Gestein eine rostrote Farbe annimmt. Verwitterte Diabase und Schalsteine sind manchmal von Rot- und Brauneisensteingängen durchsetzt; in Přibram sind manche Diabasgänge förmlich in Eisen- und Manganerzgänge umgewandelt. Auch die Manganerzgänge von Ilmenau in Thüringen und von Ilfeld am Harz hat man durch Lateralsekretion erklären wollen.

Wohl zweifellos ist die Entstehung der an Serpentine gebundenen Nickelerzlagerstätten von Neukaledonien, Frankenstein, Riddles usw. (S. 576) auf Lateralsekretion zurückzuführen. Die Serpentine sind ein Umwandlungsprodukt besonders des Olivins, und mindestens sehr viele, wenn nicht alle Olivine enthalten etwas Nickel.[1]) Ferner hat schon Möhl[2]) die Meinung geäußert, daß die Nickelerzgänge der Dillenburger Gegend aus dem dort häufigen, mehr oder weniger serpentinisierten Olivingestein hervorgegangen sein könnten. Eine Berechnung könnte an sich diese Annahme nicht unmöglich erscheinen lassen. Nimmt man einen Nickelgehalt des Olivins von 0,31 (= 0,4 NiO) an, beträgt ferner das spez. Gewicht des letzteren 3,4, so wiegt 1 cbm des Olivingesteins 3400 kg, welche 10,54 kg Nickel enthalten; oder 1 kg Nickel kann aus 322 kg, d. i. ungefähr 0,1 cbm, Olivingestein hervorgehen. Die vollständige Auslaugung des letzteren bis zu einer Tiefe von 0,1 m zu beiden Seiten einer Kluft würde also einen Gang ergeben, welcher im qm Gangfläche 2 kg Nickel enthielte; nimmt man an, daß die Auslaugung beiderseits 1 m tief gewirkt habe, so könnte das einen Nickelerzgang mit 20 kg Nickel pro Quadratmeter bedingen.

Andere Metalle kommen in mehr oder weniger kleinen Mengen in den meisten Gesteinen und in den meisten gesteinsbildenden Mineralien vor. So sind Kiese in zahlreichen Eruptivgesteinen und kristallinen Schiefern, auch sofern sie nicht als echte Fahlbänder entwickelt sind, weit verbreitet. Magnetkies ist in den Gneisen ein sehr häufiger Bestandteil. Forchhammer[3]) hat erwiesen, daß in vielen Gesteinen Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Nickel, Kobalt und Wismut vorhanden sein können. Ihre Menge ist freilich zumeist eine so geringe, daß sie bei dem gewöhnlichen Genauigkeitsgrad der Analysen der Beobachtung entgehen. Er nahm an, daß diese Metalle in den Gesteinen in der Form von Silikaten vorhanden sein müßten und als solche mit jenen nach der Erdoberfläche gefördert worden seien; „daß die Bestandteile der für Erzgänge charakteristischen Ganggesteine Quarz, Kalkspat, Flußspat und Schwerspat sich alle in den Gebirgsarten verteilt vorfinden; daß die in den Gesteinarten verschiedener Länder vorkommenden Metalle dieselben sind, welche in diesen

[1]) Hintze (Handbuch der Mineralogie, II) zitiert 33 Olivinanalysen, von denen acht einen NiO-Gehalt, davon eine von 0,60, vier von 0,32—0,37 % aufweisen.

[2]) Erdbeben und Vulkane, 1874, 31.

[3]) Über den Einfluß des Kochsalzes auf die Bildung der Mineralien; Poggend. Ann., XCI, 1854, 568—585, insbes. aber XCV, 1855, 60—96.



Ländern auf den eigentümlichen Metalllagerstätten vorkommen; daß die metallhaltenden Gestein- und Erdarten, wenn sie mit Chlornatrium geschmolzen oder auch nur damit erhitzt werden, durch Umtausch der Bestandteile in Wasser auflösliche Chloride bilden, in denen die mehrsten Metalle, selbst das Silber, dessen Chlorid in Chlornatrium gelöst wird, vorkommen; . . . . . daß die Ausfüllungen der gewöhnlichen Metallgänge aus dem Nebengestein der Gänge herrühren können und höchst wahrscheinlich herrühren." In den Pantelleritlaven der Insel Pantelleria fand Foerstner[1]) 0,25—0,29 % Kupfer; nach J. W. Mallet[2]) soll die Asche des Cotopaxi vom Jahre 1885 0,0012 % Silber enthalten haben. Blei war 1878 in den Cotopaxi-Aschen nachgewiesen worden. Im Jahre 1855 erklärte Bischof,[3]) daß alle Gangarten vom Nebengestein abstammen, und daß die Erze nur auf nassem Wege gebildet seien. Die Metalle finden sich im Nebengestein als Silikate, werden durch kohlensaures Wasser daraus gelöst und als Karbonate samt der durch die Auslaugung frei werdenden Kieselsäure in die Gangspalten transportiert, wo sie unter Einfluß von Schwefelwasserstoff als Sulfide ausgefällt werden.

Dieulafait[4]) machte seit 1878 auf die weite Verbreitung von Baryt, Strontium, Zink, Blei, Kupfer und Mangan in verschiedenen Gesteinen aufmerksam und leitete daraus die Folgerung ab, daß der nachweisbare Gehalt des Meeres und mancher Sedimentärgesteine an diesen Metallen auf eine Aufbereitung der Urgesteine zurückzuführen sei. Ihren hauptsächlichsten und eifrigsten Verfechter hatte die Lateralsekretionstheorie zuletzt in dem Würzburger Mineralogen F. Sandberger.

Im Jahre 1877 hat Sandberger[5]) darauf hingewiesen, daß nicht nur der Olivin Nickel und geringe Mengen Kobalt enthalte, sondern er gab auch an, daß in verschiedenen Hornblenden meistens wenigstens Kupfer und Kobalt, im Augit Kupfer, Arsen, Antimon, Blei, Kobalt, Nickel und Wismut und in Glimmern manchmal Silber, Zink, Blei, Nickel und Arsen, fast immer aber Kupfer, Kobalt und Wismut nachzuweisen seien und glaubte deshalb mit Bestimmtheit den Ursprung der Gangfüllungen aus dem Nebengestein behaupten zu dürfen. Alle jene Schwermetalle sollten in der Form eines Silikates in jenen

---

[1]) Ztschr. f. Kristallogr., VIII, 1884, 170, 182.

[2]) On the occurrence of silver in volcanic ashes from the eruption of Cotopaxi of July 22 and 23; Proc. Roy. Soc., XLII; Ref. Ztschr. f. Kristallogr., XV, 1889, 446, nach Chem. News, LV, 1887, 17.

[3]) Chemische Geologie, 1. Aufl., 1855, II, 2109, 2121—2126.

[4]) Existence de la baryte et de la strontiane dans toutes les roches constitutives des terrains primordiaux. Comptes Rendus des séances de d'académie des sciences, LXXXVII, 1878, 934—936. — Diffusion du cuivre dans les roches primordiales et les dépôts sédimentaires qui en procèdent; ebenda LXXXIX, 1879, 453—455. — Existence du zinc à l'état de diffusion complète dans les terrains dolomitiques; ebenda XCVI, 1883, 70—72. — Le manganèse dans les terrains dolomitiques; ebenda 125—126. — Le manganèse dans les eaux des mers actuelles et dans certains de leurs dépôts; ebenda 718—721. — Sur la présence constante du cuivre et du zinc dans les dépôts du fond des mers; ebenda CI, 1885, 1297.

[5]) Zur Theorie der Bildung der Erzgänge; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVI, 1877, 377—381, 389—392.



Mineralien enthalten sein und darin die Stelle der sonst darin enthaltenen Metalle in geringer Menge vertreten. Ihre Mengen sind an und für sich nur minimale und in 10—20 g des Minerals oft nur qualitativ und nicht quantitativ zu bestimmen. Aber in Kubikmetern ausgelaugten Gesteins müßte doch so viel vorhanden sein, als, Lateralsekretion angenommen, zur Bildung merklicher Gänge hinreichte. So hat z. B. Killing[1]) in dem körnigstreifigen Gneis des Schapbachtales im nordöstlichen Schwarzwald nachgewiesen: 0,28 % F, 0,028 % PbO, 0,070 % Cu_2O, 0,0056 % Bi_2O_3, 0,0094 % Co_2O_3, ferner Chloride und Sulfate in den Flüssigkeitseinschlüssen des Quarzes der frischen Gneise, und Baryum im Feldspat. Wo die Erzgänge aufsetzen, ist der Gneis völlig zersetzt. Nimmt man an, daß die oben genannten Mengen vollständig zur Erzeugung der Erzgänge aufgebraucht worden wären, so würde ein Kubikmeter frischen körnigstreifigen Gneises (= 2720 kg) ergeben haben: 92,48 g Bleiglanz, 388,96 g Kupferkies, 10 608,00 g Baryt, 1332,80 g Flußspat. 1 cbm einer anderen, schieferigen Varietät des Schapbacher Gneises könnte nach Killing liefern: 133,17 g Bleiglanz, 564,62 g Kupferkies, 9384,00 g Schwerspat, 1959,60 g Flußspat.

Sandberger glaubte sogar eine qualitative Übereinstimmung zwischen derartigen Metallgehalten des Nebengesteins und dem Charakter der Gangfüllungen finden zu können; so sollte z. B. der dunkle Glimmer des Gneises im Spessart kleine Mengen Kobalt, Arsen, Kupfer und Wismut, aber kein Blei enthalten; dem entspräche die Gangfüllung der Erzgänge von Bieber, Alzenau und Sommerkahl, welche nur Speiskobalt, Kobaltfahlerz, Kupferkies, Buntkupfererz, aber keinen Bleiglanz führe. Dagegen enthalte der Schapbacher Gneis Blei, Kupfer, Kobalt und Wismut, entsprechend der Füllung der darin aufsetzenden Bleierzgänge, auf welchen nur Spuren arsenhaltiger Kupfer- und Kobaltverbindungen auftreten.[2])

Wiewohl Stelzner schon 1879[3]) vor einer Verallgemeinerung der Sandbergerschen Auffassung gewarnt hatte, fuhr letzterer, besonders aufgemuntert durch Anregungen und den Beifall, welche ihm unter den amerikanischen Montangeologen zuteil wurden, fort, weitere Beweismittel für seine Ansichten zu sammeln, indem er seine Theorie auch auf die Raibler Lagerstätten, auf die Zinnerzgänge Sachsens, Frankreichs und Englands, auf die Erzgänge Ungarns, Freibergs, Andreasbergs und zahlreiche andere anwandte.[4]) Er hat der chemischen Untersuchung der Gesteine auf ihren Metallgehalt sogar eine technische Bedeutung zugesprochen, da bei einem Edelmetallgehalt von etwa 1 % sich möglicherweise schon der Abbau solchen Gesteins lohnen könne. Seine Aufsätze bewogen u. a. die geologische Landesaufnahme der Vereinigten Staaten zu einer genaueren Untersuchung des Nebengesteins am Comstock Lode, welche G. F. Becker zu dem Resultate führte, daß der von den Erzgängen durchsetzte Propylit in seiner bis dahin bekannten Ausdehnung so viel Edelmetall enthalte, als aus dem Gang überhaupt ausgebracht worden war, und daß das Verhältnis zwischen Gold und Silber in dem Nebengestein etwa das gleiche

[1]) Über den Gneis des nordöstlichen Schwarzwaldes und seine Beziehungen zu den Erzgängen; Würzburger Inaug.-Diss., 1878; Ref. N. Jahrb., 1878, — 657—658 —.

[2]) l. c. 391—392.

[3]) Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXI, 1879, 644—648. Siehe Sandbergers Erwiderung: Über die Bildung von Erzgängen mittelst Auslaugung des Nebengesteins; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXIX, 1880, 329—331, 337—339, 390—392, 402—405.

[4]) Neue Beweise für die Abstammung der Erze aus dem Nebengestein; Verh. d. physik.-medizin. Gesellsch. zu Würzburg, N. F., XVIII, 1883. Ferner Sitzungsberichte d. bayr. Akad. d. Wiss. math. nat. Klasse, 1878, 136; N. Jahrb., 1878, 291. — Untersuchungen über Erzgänge, Heft I, 1882, bes. 3—36; Heft II, 1885, bes. 159—245.

sei wie auf den Erzgängen.[1]) Bezüglich der Entstehung der Lagerstätte von Leadville hat Emmons eine Auslaugung des Metallgehalts aus dem den Kalkstein überlagernden Quarzporphyr angenommen.[2]) Ähnliches ist auch für Lake Valley usw. behauptet worden.[3])

Im Jahre 1886 wurde Sandberger[4]) berufen, sich über die Přibramer Gänge zu äußern und gab, nachdem von ihm und einigen Chemikern die Nebengesteine der Gänge untersucht worden waren, folgendes Gutachten ab: „Als die Quelle des außerordentlichen Metall-Reichtums der Přibramer Erzgänge stellen sich unzweideutig die aus von dem Böhmerwalde herrührenden Gneisschutt bestehenden Schichten der untersten Abteilung des silurischen Systems, als Hauptursache der Bildung der Gangspalten aber die Durchbrüche zahlloser Diabasmassen dar, in deren Silikaten die Elemente der vorwaltenden Erze fehlen.“ Übrigens hatte sich ergeben, daß der Durchschnittsgehalt der Sedimente an Silber etwa gerade so groß war, wie derjenige der Diabase, d. h. 0,00043 % dort, 0,00045 % hier.[5])

Die praktische Verwendbarkeit der von Sandberger vorgeschlagenen „chemischen Schürfung“ wurde schon bald darauf durch Patera[6]) angezweifelt, weil erstens nicht erwiesen worden sei, ob die Erze in den Nebengesteinen wirklich als Silikate und nicht vielmehr als Sulfide enthalten seien, und zweitens weil Silber und Blei auch innerhalb der tauben Schurfreviere in den Gesteinen nachgewiesen wurde. Gleichwohl aber hat man sogar vorgeschlagen, im unverritzten Felde zunächst immer die Silikate auf ihren Metallgehalt zu prüfen, dann dasselbe auf das Vorhandensein von Hohlräumen und Spalten zu untersuchen, in welchen die Sekretionen des Nebengesteins stattfinden könnten; es wurde ferner davor gewarnt, durch übermäßigen Bergeversatz die abgebauten Gänge wieder auszufüllen, weil sonst das Erz nicht mehr nachwachsen könne.[7])

[1]) II. Annual Report of the U. S. Geol. Survey, 1880—81 (1882), 309.

[2]) The genesis of certain ore-deposits; Transact. Am. Inst. of Min. Eng., XV., 1887, 125—147.

[3]) Die einschlägige Literatur der damaligen Zeit zeigt, wie leicht mit überzeugter Beredsamkeit vorgetragene Anschauungen Schule zu machen vermögen. Sandbergers Theorie galt nicht nur in Amerika, sondern auch in Deutschland und Österreich vor etwa 20 Jahren vielen und teilweise viel genannten Autoren ebenso als eine wissenschaftliche Errungenschaft, wie sie heute, nachdem man sich der Schwächen ihrer Beweisführung bewußt geworden ist, fast ganz allgemein abgelehnt wird. Sehr bezeichnend für die Geltung der Sandbergerschen Theorie in Amerika ist folgende Auslassung Rickards (Transact. Am. Instit. Min. Eng., XXIII, 1894, 590): „Seit Jahren waren wir daran gewöhnt, daß Gänge und andere Massen von Eruptivgesteinen die Quelle der edlen Metalle gewisser Gangformationen sein sollten. In der Tat gehörte ein Gesteinsgang (dike) in einem Prospekt fast so notwendig zur Empfehlung einer Grube wie die Ausdrücke: „ein echter Gang“, „gutes Klima“, „Holzreichtum“, „schöne Landschaft“ u. a.“

[4]) Über die von der k. k. österreichischen Regierung veranlaßten Untersuchungen an den Erzgängen von Přibram in Böhmen. Sitzungsber. d. Würzburg. physik.-mediz. Gesellsch., 1886. — v. Friese, Untersuchungen zur Prüfung der Sandbergerschen Lateral-Sekretions-Theorie in Beziehung auf die Erzgänge in Přibram; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXV, 1887, 239—243.

[5]) Amtlicher Bericht über „Untersuchungen von Nebengesteinen der Přibramer Gänge“. Berg- u. Hüttenm. Jahrb. d. k. k. Bergakad., XXXV, 1887, 299—410.

[6]) Siehe Schlußwort zu vorigem Bericht.

[7]) Gretzmacher, Beiträge zu F. Sandbergers „Untersuchungen der Erzgänge“; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwesen, XXXVI, 1888, 363—366.



Im folgenden sollen Gründe vorgebracht werden, welche einer solchen Verallgemeinerung der Lateralsekretionstheorie entgegen sind und ihrer Anwendung in einzelnen Fällen geradezu widersprechen.

1. Erzgänge finden sich auch in völlig frischem Gestein, das keine Anzeichen irgend einer Auslaugung erkennen läßt.

2. Auch in Gesteinen, welche nach ihrer ganzen Zusammensetzung einen nennenswerten Gehalt an solchen Mineralien nicht besitzen, denen ein geringer Blei-, Silber- und Kupfergehalt innewohnen könnte, wie z. B. Kalksteine, treten epigenetische Lagerstätten, Höhlenfüllungen und Erzgänge auf. Ja gerade in den Kalksteinen erreichen dieselben die gewaltigsten Dimensionen. Sandberger[1]) glaubte diesem Einwurf dadurch aus dem Wege gehen zu können, daß er behauptete, in den meisten Fällen sei der Erzgehalt von umhüllenden, bedeckenden oder sonst benachbarten Schiefern her eingewandert (z. B. aus dem hangenden Raibler Schiefer in den erzführenden Kalk von Raibl).[2])

3. Im frischen Nebengestein finden sich tatsächlich oft ganz andere Elemente als in den dasselbe durchsetzenden Erzgängen. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung die Verhältnisse des Erzgebirges. Der „Wegefahrter Gneis" von Himmelsfürst bei Brand (Freiberg) enthält nach zwei Untersuchungen 0,842 bezw. 1,444 % Magnetkies, welcher nach Schulze einen Nickelgehalt von 0,61 % und einen Kobaltgehalt von 0,12 % besitzt. In einem Kubikmeter = 2782 kg Gneis sind dann 23,4 (38,9) kg Magnetkies mit 143 (237) g Nickel und 28 (47) g Kobalt vorhanden. Ein derartiger primärer Metallgehalt des Gneises würde vollständig genügen, die Entstehung der auf einigen Freiberger und Brander Gängen hier und da einbrechenden Nickel- und Kobalterze durch Lateralsekretion zu erklären. Denn wenn man annimmt, daß auf jeder Seite eines Ganges eine zwei Meter breite Zone Gneis durch zirkulierende Wässer zersetzt und ihres gesamten Nickel- und Kobaltgehaltes beraubt worden sei, so würde auf einen Quadratmeter Gangfläche der Metallgehalt von 4 Kubikmetern Nebengestein, in Summa 572 (984) g Nickel und 112 (188) g Kobalt konzentriert worden sein. Auf der Grube Beschert Glück hat die in den vier Jahren 1870 und 1873—1875 abgebaute Gangfläche von überhaupt 11225 qm 86,80 Zentner Silber, 168 Zentner Blei und 3,6 Zentner Nickel, also der Quadratmeter Gangfläche durchschnittlich 386 g Silber, 747 g Blei und 16 g Nickel geliefert. Die Grube Himmelfahrt hat im Jahre 1883 abgebaut a) 33639 qm von Gängen der kiesigen Bleiformation und durch Aufbereitung derartiger Gänge u. a. gewonnen: 154,74 Ztr. Silber, 41363 Ztr. Blei und 0,6 Ztr. Nickel und Kobalt oder vom Quadratmeter Gangfläche durchschnittlich 230 g Silber, 61,45 kg Blei und 1,00 g Nickel und Kobalt. b) 2092 qm von Gängen der Schwerspat- und Braunspatformation, aus deren Aufbereitung gewonnen wurden: 44,02 Ztr. Silber, 88 Ztr. Blei und 7,92 Ztr. Nickel und Kobalt, oder vom Quadratmeter Gangfläche durchschnittlich 1052 g Silber, 2103 g Blei, 189 g Nickel und Kobalt.

Es ergibt sich daher, wenn man die in dem Magnetkies des Himmelsfürster Gneises gefundenen Nickel- und Kobaltgehalte als für den Freiberger Gneis gültige Durchschnittswerte annimmt, daß in ihm genügendes Rohmaterial zur Bildung der auf seinen Gängen vorkommenden Nickel- und Kobalterze durch Lateralsekretion vorhanden wäre. Ganz anders verhält es sich aber bezüglich der übrigen in den Freiberger Erzgängen auftretenden Metalle. Als deren Träger könnten der Feldspat und der Glimmer in Betracht kommen. Ersterer

---

[1]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXIX, 1880, 339, 390—391.

[2]) Siehe dagegen Canaval, Die Blei- und Zinkerzlagerstätten des Bergbaues Radnig bei Hermagor in Kärnten; Carinthia, II, 1898, Nr. 2 und bei Pošepný, Über die Genesis der Erzlagerstätten; Berg- u. Hüttenm. Jahrb. d. k. k. Bergakad., XLIII, 1895, 1—226, bes. 82.

enthält teilweise etwas Baryum und Zinn. Letzterer wurde sorgfältig durch Schulze, Kolbeck, Schertel, Sauer und Hempel analysiert; dabei stellte sich die sehr wichtige Tatsache heraus, daß die von Sandberger befolgten Untersuchungsmethoden durchaus nicht hingereicht hatten, um einen wirklichen, dem Silikat angehörenden Schwermetallgehalt von demjenigen der in den Silikaten eingeschlossenen, möglicherweise eingewanderten Sulfidpartikelchen zu sondern.[1])

In dem Biotit des erzgebirgischen Gneises sollten nach Sandberger Arsen, Blei, Zink, Kupfer, Nickel, Kobalt als Silikate und Zinn vorhanden sein; eine sorgfältige Prüfung derselben ergab Schulze nur die spurenhafte Anwesenheit von Nickel, Kobalt, Kupfer und etwas Zink in einem nicht an Schwefel gebundenen Zustand. Alle anderen Metalle der Freiberger Erzgänge fehlen in dem Freiberger Glimmer, soweit sie nicht als Sulfide von ihm umschlossen werden. Es kommt nun nach den obigen Zusammenstellungen auf den edlen Gängen von Himmelfahrt 5,5 mal so viel Silber und 11 mal so viel Blei, auf den kiesigen Gängen aber sogar 230 mal so viel Silber und 61450 mal so viel Blei vor als Nickel und Kobalt zusammen. Und doch haben die Glimmeranalysen nicht einmal Spuren von Silber und Blei erkennen lassen![2]) Daraus ging mit aller Bestimmtheit hervor, daß die von Sandberger geforderte Proportionalität in dem Metallgehalt der Glimmer in demjenigen der Erzgänge nicht existiert.

Nachdem auch für einzelne australische Goldfelder eine Lateralsekretion des Goldgehalts behauptet worden war, hat Don auf dem Wege mühevoller Untersuchungen und auf Grund vieler Analysen nachgewiesen, daß das Nebengestein zahlreicher Goldgänge in Australien und Neuseeland Gold niemals als Silikatbestandteil und nur manchmal, aber nicht immer, an Sulfid gebunden enthalte.[3])

4. Sollte tatsächlich zwischen dem Metallgehalt des Ganges und dem des Nebengesteins einige Übereinstimmung herrschen, so wird zuerst immer die Frage zu lösen sein, ob nicht statt einer Auswanderung aus dem Gestein vielmehr eine Einwanderung aus dem Gang stattgefunden habe. So sind die serizitischen Salbänder gewisser Gänge der Freiberger kiesigen Bleiformation erfüllt von Arsenkieskristallen, welche offenbar vom Gang her eingewandert sind; ebenso ist das Nebengestein der Kupfererzgänge von Mitterberg voll von solchen. Neben vielen Golderzgängen ist das Nebengestein ganz erfüllt von Schwefelkies.

5. Was die Lateralsekretion zu leisten vermag, zeigen die sekundären Füllungen und Ansiedelungen in Mandeln und auf Klüften; sie bestehen sehr häufig aus Karbonaten, Quarz, Schwerspat und Zeolithen, sehr selten aber aus Sulfiden, Sulfarseniden und Sulfantimoniden, die doch gerade dort, wo es sich

[1]) Siehe Patera, Zu den Bemerkungen Sandbergers über die Resultate der Untersuchungen von Nebengesteinen der Příbramer Erzgänge (Verh. k. k. Reichs-Anst., 1888, 86—88); Verh. k. k. Reichs-Aust., 1888, 223—226. Am ausführlichsten ist Sandbergers Arbeitsmethode kritisiert in: Stelzner, „Die Lateralsekretions-Theorie und ihre Bedeutung für das Příbramer Ganggebiet"; Berg- u. Hüttenm. Jahrb. k. k. Bergak., XXXVII, 1889, 1—40.

[2]) Stelzner, Die Entwickelung der petrographischen Untersuchungsmethoden in den letzten fünfzig Jahren; Festschrift der Isis in Dresden, 1885, 25—48. Dieser Aufsatz ist offenbar um die gleiche Zeit entstanden wie sein von Sickel veröffentlichtes Manuskript „Beiträge zur Entstehung der Freiberger Bleierz- und der erzgebirgischen Zinnerz-Gänge"; Ztschr. f. prakt. Geologie, 1896, 377—412. In letzterer Arbeit erwähnt Stelzner auch Kontrolanalysen der von Killing untersuchten Glimmer, welche gleichfalls zu einem für Sandberger sehr ungünstigen Resultate führten.

[3]) The genesis of certain auriferous lodes; Transact. of the Am. Inst. of Min. Eng., XXVII, 1897, 564—668.



sicher um Lateralsekretion handelt, besonders häufig sein müßten. Die Annahme, daß der oft enorme Kupfergehalt der Mandelsteine im Kupferdistrikt am Oberen See durch Lateralsekretion angereichert sein könnte, ist nicht erwiesen, wenn sie auch bei denen Glauben findet, die sonst der Sandbergerschen Theorie ablehnend gegenüberstehen.

6. Wo die Lateralsekretion wahrscheinlich sein soll, muß der Metallgehalt eines Ganges auch in einem entsprechenden Verhältnis zum Metallgehalt derjenigen Nebengesteinsmasse stehen, welche die Erzfüllung geliefert haben soll. Das ist sicherlich dort nicht der Fall, wo viele einander sehr nahe benachbarte Gänge das Gestein durchsetzen und zwischen sich nur kleine Nebengesteinsschollen belassen. Vor allem aber müßte die Mächtigkeit der die Gänge begleitenden zersetzten Gesteinszonen in einem gewissen Verhältnis zur Erzführung des Ganges stehen. Nach Killing enthält ein Kubikmeter des frischen Schapbacher Gneises 92,48 g Bleiglanz und 388 g Kupferkies. Nimmt man an, daß bis zu einer Entfernung von 2 m beiderseits des Ganges der Gneis vollständig zersetzt, ausgelaugt und alles Erz in der Gangspalte abgelagert worden sei, so hätten 4 cbm des Gesteins rund 400 g Bleiglanz und 1600 g Kupferkies liefern können, was gerade genügt hätte, um einen Quadratmeter eines Bleiglanztrums von 0,053 mm (etwa $^1/_{20}$ mm) Mächtigkeit und ein etwa 0,35 mm dickes Kupferkiestrum zu erzeugen.

7. Wenn wirklich die Elemente der Gangfüllung ursprünglich dem Nebengestein angehört haben, dann ist es unerklärlich, warum sich Erzabsätze nicht auf allen Diskontinuitäten eines und desselben Gesteins, also auf allen seinen kleinen Klüften und Schichtflächen, sondern häufig nur auf den großen, in die Tiefe hinabsetzenden Spalten vorfinden.

8. Die Lateralsekretionstheorie kann der Tatsache nicht gerecht werden, daß in verschiedenen Gangrevieren, wie z. B. in Andreasberg, im Siegenschen, besonders aber zu Freiberg das gleiche Nebengestein so ganz verschiedene Gänge beherbergt, und daß in Freiberg die Gänge verschiedener Formationen im großen ganzen auch verschiedenes Streichen, ja sogar verschiedenes Alter besitzen. Dürfte man annehmen, daß zu verschiedenen Zeiten dem Nebengestein verschiedene Substanzen entnommen worden seien, je nachdem die leichter oder die schwerer zerstörbaren Gemengteile desselben ausgelaugt wurden, so ließe diese Erklärung doch die Tatsache rätselhaft, wie dann z. B. Bleiglanz in allen vier Freiberger Gangformationen auftreten kann, oder wie die symmetrischen Gangstrukturen mit oftmals wiederkehrenden Füllungselementen zustande kamen.

9. Daß Erzgänge im allgemeinen, wenn sie verschiedenes Nebengestein durchsetzen, ihren Formationscharakter nicht oder nur wenig ändern, daß sie im ganzen nur recht selten völlig taub werden, wenn sie von einem Nebengestein in ein anderes übersetzen, widerspricht der Annahme einer Lateralsekretion. So kommen die Zinnerzgänge von Geyer sowohl im Granit wie im Glimmerschiefer vor; die Gänge von Linares durchsetzen den Granit und silurische Schiefer, diejenigen von Schneeberg in Sachsen den Granit und Phyllite, die Golderzgänge von Verespatak den Dazit und den Karpathensandstein.

10. Wenn der Metallgehalt des Nebengesteins der Anlaß zur Bildung von Erzgängen gewesen sein sollte, dann wäre es auffällig, daß mächtige Erzgänge meistens gerade im Bereich der erzreichsten Sedimente, nämlich der Kieslager fehlen. Daß diese letzteren z. B. zu Meggen oder am Rammelsberg von Erztrümern durchzogen werden, wurde früher gesagt; dieselben sind aber bedeutungslos und bestehen hier teilweise gerade aus Elementen, welche auf den Lagern selbst nur untergeordnet sind; so führen sie zu Meggen Braunspat und Kupferkies, am Rammelsberg sind sie reich an Fahlerz. In Rio-Tinto existieren nur ganz untergeordnete Kupferkiesgänge, das nördliche Norwegen und Schweden, welche so sehr reich sind an Erzlagern, haben fast gar keine Erzgänge. Wo Fahlbänder von Gängen durchschnitten werden, wirken sie wohl veredelnd auf



dieselben ein, die Füllung der letzteren ist aber dann eine durchaus andere, als der Erzgehalt der ersteren (z. B. Kongsberg, Les Challanches, Einfischthal, Schladming oder in den Rücken des Kupferschiefers).

11. Der ursächliche Zusammenhang zwischen dem Auftreten der Erze und Gangarten im Nebengestein und auf dem Gang müßte für jeden einzelnen Fall erwiesen werden. So hat Schroeder[1]) angenommen, daß der Apatit der Zinnerzgänge von Eibenstock dem Apatitgehalt des Granits, das Zinnerz dem zinnhaltigen Feldspat des letzteren entstammen müsse. Nun führt aber der Freiberger Gneis mindestens ebensoviel Apatit und ebenso sehr wohl nachweisbare Mengen von Zinn wie der Eibenstocker Granit, und trotzdem findet sich Apatit als Gangart auf den Freiberger Gängen nicht, Zinnerz aber nur in mikroskopisch nachweisbaren Spuren als Bestandteil der Zinkblende.

12. Pošepný[2]) macht darauf aufmerksam, daß ein Abwärtssickern von ausgelaugten Nebengesteinsbestandteilen, so wie es Sandberger für manche Fälle annehmen mußte, überhaupt nicht möglich sei, da unterhalb des Grundwasserspiegels naturgemäß kaum mehr leere, sondern nur mit Wasser erfüllte Spalten anzutreffen wären.

Aus dem Vorigen ergibt sich also, daß zwar durch Forchhammer, Sandberger u. a. die Allgegenwart größerer oder geringerer Spuren eines primären Metallgehalts in den eruptiven Gesteinen, in kristallinen Schiefern und normalen Sedimenten erwiesen worden ist, daß diese Metallspuren wohl auch in manchen Fällen das Material für die Füllung von Hohlräumen auf dem Wege der Lateralsekretion geliefert haben mögen, daß aber die weitaus meisten Gänge nicht auf solche Weise entstanden sein können.

3. Die Aszension.

Epigenetische Lagerstätten und Eruptivgesteine.

* Der innige Zusammenhang zwischen der Entstehung vieler epigenetischer Lagerstätten und dem Empordringen eruptiver Magmen ist schon seit Jahrzehnten insbesondere von französischen Geologen behauptet worden. Für viele gangförmige und für die teilweise auch im ferneren Bereiche eruptiver Durchbrüche auftretenden Kontaktlagerstätten steht mit aller Sicherheit fest, daß ihr Mineralbestand ganz oder teilweise aus demselben innerirdischen Stoffbestand herrührt, an dessen Zusammensetzung im übrigen das differentiationsfähige Magma beteiligt ist. Auch dort, wo sich diese Beziehungen nicht unmittelbar beweisen lassen, wird die Herkunft vieler Gangfüllungen aus großer Tiefe mit höchster Wahrscheinlichkeit behauptet werden dürfen, wenn solche über weite Erstreckungen hin gewisse stoffliche Eigenheiten zeigen; man ist dann berechtigt, von Metallzonen zu sprechen, welche in ihrem tieferen Wesen eine gewisse Analogie zu den petrographischen Provinzen bieten. Unter den letzteren versteht man die Verbreitungsgebiete solcher Gesteine, die sich nach ihrer chemischen Zusammensetzung als das Ergebnis einer zu gleicher Zeit gleichgerichteten Differentiation desselben größeren Magmaherdes zu erkennen geben. Daß die Ausdehnung chemisch bis zu einem gewissen Grade gut charakterisierter

[1]) Über Zinnerzgänge des Eibenstocker Granitgebiets und die Entstehung derselben; Sitzungsberichte der naturf. Gesellsch. zu Leipzig, 1883, 70; Ref. N. Jahrb., 1887, I, — 268 —.

[2]) Genesis der Erzlagerstätten; Berg- u. Hüttenm. Jahrb. k. k. Bergak., XLIII, 1895, 77—85.



Magmenzonen noch bis in die jüngste geologische Zeit hinein eine große, ja sogar eine ungeheure sein kann, hat neuerdings Becke[1]) durch einen Vergleich zwischen den in den Vulkangegenden der Anden, der Sundainseln, in den kaukasischen und persischen Vulkanen und den Eruptivgebieten Ungarns auftretenden Gesteinen und der weiten Zone von jungeruptiven Durchbrüchen im böhmischen Mittelgebirge, im Vogelsberg, in der Eifel, im Kaiserstuhl usw. nachgewiesen; er fand, daß jene andesitisch sind, während sie hier tephritischen Charakter tragen. Wo gewisse Durchbrüche eruptiver Gesteine in einem weiteren Gebiete durch bestimmte metallische Ausscheidungen ausgezeichnet sind, werden die petrographischen Provinzen selbst zu den Metallzonen; so sind durchaus nicht alle Gabbros und gabbroähnlichen Gesteine die Träger großer Magnetkiesmassen; in Norwegen oder in dem viele Kilometer langen Gebiete von Sudbury in Kanada sind sie es im ausgedehntesten Maße. Die Hauptmenge des auf der Erdoberfläche vorhandenen Platins entstammt einigen Peridotitmassen des Urals; da die äußerst zahlreichen sonstigen Peridotitvorkommnisse der Erde nie oder höchstens in viel geringerer Menge Platin ergeben haben, so darf man die durch dieses Edelmetall ausgezeichneten Gesteine, obgleich sie bis über 100 km voneinander entfernt sind, samt ihrem Metallgehalt als Abkömmlinge desselben Magmaherdes betrachten. Ferner kann daran erinnert werden, daß es gerade in Südafrika gewisse an sich schon mineralogisch eigenartige Peridotite sind, die auf viele hundert Kilometer entfernten Fundplätzen den Diamant führen.

Einer solch' weiten Verbreitung gewisser Magmazonen entsprechen die durch gewisse Erzgänge charakterisierten Metallzonen. Nicht jeder paläozoische Granitstock ist umschwärmt von Zinnerzgängen; so kennt man sie kaum in den Vogesen, im Schwarzwald und im Harz. Dagegen sind solche verbreitet im ganzen Erzgebirge und bis ins Fichtelgebirge, wo immer dort granitische Massen an die Oberfläche treten; sie durchschwärmen samt gleichalterigen Kupfererzgängen die 130 km lange Metallzone des südwestlichen Englands. Die zinnerzführenden, an verschiedenen Stellen auch durch Germaniumverbindungen ausgezeichneten Silbererzgänge Boliviens folgen über eine etwa 800 km lange Zone den jugendlichen Eruptivgesteinen des interandinen Hochlandes. Weiter sei erinnert an den ungefähr 180 km langen Goldquarzgangzug in Kalifornien, an die ungeheure, über 500 km weit zu verfolgende Zinnoberregion Kaliforniens, an die weit ausgedehnte Zone turmalinführender Kupfererzgänge in Chile, an die über mehrere hundert Kilometer hin sich erstreckende Aneinanderreihung goldarmer Silbererzgänge in Mexiko und in Peru, der die geologisch zwar analogen, aber durch ihren größeren oder geringen Goldreichtum davon verschiedenen Gänge gegenüberstehen, die längs des Hunderte von Kilometern sich erstreckenden Innenrandes der Karpathen mittelbar oder unmittelbar an junge Eruptivgesteine gebunden sind. Die Häufung von mineralogisch verwandten Lagerstätten innerhalb eines weiten Gebietes, wie der Goldquarzgänge in Viktoria, der Blei-, Zink-, Kupfer- und Spateisensteingänge im Rheinland, der Blei- und Zinkerz-

[1]) Die Eruptivgebiete des böhmischen Mittelgebirges und der amerikanischen Andes; Tscherm. Mitt., XXII, 1903, 209—265.



lagerstätten in dem Zehntausende von Quadratkilometern großen Areal des Mississippi- und Missouri-Gebietes oder im oberschlesisch-galizischen Muschelkalk zwingt zu der Vorstellung, daß ihre Mineralführung aus sehr tiefgelegenen Herden und aus einem so einheitlich und chemisch so gleichmäßig beschaffenen Stoffvorrate stamme, wie es nach dem vorigen sehr wohl eine Zone des Magmas, kaum jemals aber auf weite Entfernung hin ein Teil der festen Erdkruste — wie etwa die so vielartig zusammengesetzte Sierra Nevada in Kalifornien — sein kann.

Daß die Bildung epigenetischer Lagerstätten nur einer der Vorgänge ist, durch welche der Erdkruste aus dem tiefen Erdinnern Stoffe zugeführt werden, ist allgemein mit einiger Wahrscheinlichkeit daraus zu schließen, daß viele an eruptiven Durchbrüchen reiche Gebiete auch Mineralzonen sind. Indessen ist an sich die räumliche Nachbarschaft fast niemals für sich allein ein ausreichender Grund, um auch genetische Beziehungen zu behaupten und die Fälle, in welchen mit Bestimmtheit ein genetischer Zusammenhang zwischen einer epigenetischen Lagerstätte und einem bestimmten Eruptivgestein angenommen werden darf, sind verhältnismäßig nicht zahlreich. Es gehören dahin vor allem Kontaktlagerstätten, die sich an sehr vielen Stellen mehr oder weniger unmittelbar an saure oder mittelsaure Eruptivgesteine knüpfen und in manchen Gegenden geradezu eine oft wiederkehrende Begleiterscheinung dieser sind (z. B. im Banat). Aus ihrem Wesen hat man schon seit längerer Zeit die Tatsache abgeleitet, daß auch in tieferen Zonen eine Ausstoßung von Materie seitens des Magmas in das benachbarte Nebengestein stattfindet. Seit Daubrées Untersuchungen über die bor- und fluorführenden Zinnerzgänge (1841) weiß man ferner mit Sicherheit, daß der Stoffbestand dieser letzteren aus saurem Magma mittels der diesem innewohnenden Agentien in das Nebengestein übertragen worden ist. Der Bestand solcher Lagerstätten weist gewisse eigentümliche Mineralien auf, so außer Zinnerz Magnetit, Wolframit, Scheelit, Molybdänglanz, Apatit; ferner sind gerade sie durch das Vorkommen wasserfreier, z. T. bor- und fluorhaltiger Silikate ausgezeichnet. Wo sich solche Mineralien auf anderen Gängen wiederfinden und die geologischen Verhältnisse eine solche Annahme unterstützen, wird ein im übrigen oft kaum zu beweisender Zusammenhang zwischen diesen und benachbarten Eruptivgesteinen gleichfalls für annehmbar gehalten werden dürfen; so wird es z. B. höchst wahrscheinlich, daß eine sehr große Anzahl der Goldquarzgänge auf Granitintrusionen zurückzuführen ist; der Zinngehalt gewisser sächsischer Kupfer- und Bleierzgänge legt die Vermutung nahe, daß nicht nur sie, sondern auch die mit ihnen zusammen vorkommenden, zwar zinnfreien, ihnen aber sonst sehr ähnlichen Gänge Elemente des ursprünglichen Magmabestandes beherbergen. In Cornwall sind die Kupfererzgänge eine besondere Fazies der Zinnerzgänge, auch in Zeehan (Tasmanien) existiert neben den ganz normalen Bleiglanz-Spateisensteingängen eine Anzahl solcher, die reich sind an Zinn (S. 810). Ein zweifelloses Beispiel für innige Beziehungen zwischen Gängen und dem Magma der Tiefe bilden, wie schon lange bekannt ist, die Goldsilbererzgänge, viele Silbererzgänge (z. B. Mexiko, Peru), scheinbar alle Tellurgoldlagerstätten und die von Kontaktgesteinen begleiteten Quarzkupferkiesgänge in Toskana.

Man könnte bei einer oberflächlicheren Betrachtung zunächst meinen, daß zwischen der stofflichen Zusammensetzung solcher Gänge, welche zweifellos in nahem Zusammenhang mit Eruptivgesteinen stehen und solchen, für welche ein solcher nicht nachweisbar ist, ein Unterschied statthaben müsse. Soweit bis jetzt ein Überblick möglich ist, ergibt sich allerdings folgendes: das Zinn tritt auf solchen Gängen auf, die sich sicherlich oder mit hoher Wahrscheinlichkeit vom Stoffbestand saurer Magmen herleiten; Gold, Silber, Kupfer, Tellur (Phosphor), Arsen, Wismut, Molybdän und Wolfram finden sich mit Vorliebe auf solchen Lagerstätten, welche deutliche genetische Beziehungen zu Eruptivgesteinen zeigen; für Blei, Zink, Kobalt, Nickel und Antimon ist eine Herkunft aus eruptivem Magma oft zweifellos, aber ebenso oft finden sie sich auf Gängen oder metasomatischen Lagerstätten ohne jeden nachweisbaren Hinweis auf die Abstammung aus letzterem. Das Quecksilber kommt oft unter Bedingungen vor, die es wahrscheinlich machen, daß es ein Produkt letzter vulkanischer Nachwirkungen gewesen ist. Schon aus der Besprechung der Gangformationen ergibt sich, daß zwar gewisse Elemente mit Vorliebe miteinander vergesellschaftet sind; ein Überblick über die große Zahl der bis jetzt bekannten epigenetischen Lagerstätten führt aber auch zu dem Ergebnis, daß jene Mineralassoziationen ihr besonderes Gepräge nur durch das allerdings oft sehr erhebliche Vorwalten des einen oder anderen Metalles erfahren, daß aber bei deren Herausbildung keine derart reinliche Scheidung der Stoffe stattgefunden hat, daß in einem Gange oder gar einem Gangdistrikte mit Sicherheit auf das Fehlen eines gewissen Metalles zu rechnen wäre. Häufig handelt es sich nur um spurenhafte Beimengungen des einen oder anderen Metalles, wie z. B. auf den von jedem Eruptivgestein fernen metasomatischen Lagerstätten Oberschlesiens außer Silber auch etwas Gold nachzuweisen ist, wie die Přibramer Bleisilbererzgänge ganz geringe Mengen Wolfram und Zinnerz enthalten,[1]) wie das Molybdän, ein sonst für die Granitnähe charakteristisches Element, im Gelbbleierz mancher metasomatischer Lagerstätten auftritt, wie das Arsen in Spuren doch auch in den für arsenfrei geltenden Clausthaler Erzen vorkommt.[2]) Eine Unterscheidung der epigenetischen Lagerstätten in solche, welche sichere Beziehungen zu Eruptivgesteinen erkennen lassen und solche, bei denen dies unmöglich ist, würde keiner scharfen Trennung nach der qualitativen chemischen Beschaffenheit ihrer Mineralführung entsprechen und daraus ergibt sich mit großer Wahrscheinlichkeit, daß, abgesehen von der verschwindend geringen Anzahl der sicherlich durch Lateralsekretion gebildeten Gänge (z. B. der hydrosilikatischen Nickelerzgänge), alle epigenetischen Lagerstätten einen aus großer Tiefe zugeführten Metallgehalt besitzen.

Es wurde schon weiter oben darauf hingewiesen, daß ein räumliches Zusammenvorkommen von Lagerstätte und Eruptivgestein keine engeren gene-

[1]) Hofmann, Neues über das Přibramer Erzvorkommen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LIV, 1906, 119—122.

[2]) Hampe, Mitteilungen aus dem königl. Laboratorium zu Clausthal; Chem.-Ztg., 1893, 66—67.



tischen Beziehungen zwischen beiden beweist; diese Bemerkung könnte selbstverständlich sein, indessen ist beinahe ebenso oft, wie eine solche Nachbarschaft beobachtet wurde, nicht nur von Anhängern der Lateralsekretionstheorie das Eruptivgestein selbst als der Erzbringer angesprochen worden. In gewissen Fällen ist die Annahme eines unmittelbaren Zusammenhangs zwischen dem Mineralabsatz und dem ihn beherbergenden Eruptivgestein unabweisbar, wie bei den im Dazit von Verespatak stockwerkförmig auftretenden Golderzvorkommen oder bei gewissen Zinnerzgängen im Granit, ja der Stoffbestand dieser letzteren mag sogar nach Art der Drusenfüllungen in Pegmatiten in situ aus dem Gesteine herauskristallisiert sein. In zahlreichen anderen Fällen beweist das Vorkommen eines Ganges in einem Granitstock oder neben oder in irgend einer anderen intrusiven Gesteinsmasse an sich ebenso wenig, daß seine Gangfüllung dem Nebengestein entstammt, wie daß beide auch nur genetisch koordinierte Erscheinungen sein könnten. Der rein äußerliche Umstand, daß Gangspalten mit Vorliebe längs massiger Gesteinseinlagerungen aufreißen, daß bei der Gebirgsfaltung Zerreißungen gerade längs strukturloser, massiger Intrusionen sich ereignen müssen, kann mitunter die Häufung von Erzgängen längs eruptiver Durchbrüche erklären. So hat es Lodin wahrscheinlich gemacht, daß die Bleierzgänge von Pontgibaud trotz ihres engen räumlichen Verhältnisses zu Granitgängen doch tertiären Alters sind, und ähnliches dürfte für das Lozèregebiet gelten. Sieht man von den in Granitstöcken auftretenden Gängen ab, so ist besonders die Vergesellschaftung von solchen mit eruptiven Gesteinsgängen eine sehr häufige. So stehen gewisse Freiberger Erzgänge in nahen räumlichen Beziehungen sowohl zu Quarzporphyr- wie zu Minettegängen, von denen sie geschleppt werden oder die sie durchsetzen. Der Türk- oder Bergknappe-Flache zu Schneeberg wird von einem Glimmerdioritgang, der Amandus-Flache bei Marienberg von einem Minnettegang geschleppt.[1]) Die Přibramer Bleisilbererzgänge sind fast ausnahmslos an Diabasgänge gebunden. Die in ihrer mineralogischen Zusammensetzung sich bemerkenswert gleichbleibenden Quarz-Antimonitgänge könnten bald zu sauren oder basischen Tiefen- und Ganggesteinen, bald zu ganz jugendlichen Effusivgesteinen in Beziehungen gebracht werden; so sind sie im Freiberger Gebiete nur eine Modifikation der ältesten Gänge des Reviers, nämlich der edlen Silbererzgänge; im französischen Zentralplateau finden sie sich in Granitnähe, in Böhmen bilden Granit bezw. die in dessen Gefolgschaft emporgedrungenen Minette- und Kersantitgänge ihr Nebengestein, in der Gegend von Schleiz begleitet ein Diabasgang, der sogen. „Gangschlepper", den Wernermorgenzug[2]), in Toskana und Serbien hat man die Quarz-Antimonitlagerstätten mit jungen Eruptivgesteinen in Zusammenhang gebracht, und zu Arnsberg in Westfalen scheint sich überhaupt eine Beziehung zwischen Antimonerz und einem Eruptivgestein nicht auffinden zu lassen. Noch willkürlicher ist das Zusammenvorkommen der Zinnobergänge mit Eruptivgesteinen. Man hat darüber diskutiert, ob die

[1]) Stelzner zitiert Wengler, Der Amandus Flache-Gang der Marienberger Silberbergbau-Gesellschaft; Arch. d. Gang-Unters.-Komm., 1885.

[2]) C. A. Müller, Die Diabase aus dem Liegenden des ostthüringischen Unterdevons; Leipz. Inaug.-Diss., 1884; Ref. N. Jahrb., 1885, I, — 407—409 —.

silberführenden Kobalt-Nickel-Wismutgänge des Erzgebirges nahe Beziehungen zum paläozoischen Granit oder zu den tertiären Eruptionen besäßen; die stellenweise wismut- und sogar ein wenig silberführenden, wahrscheinlich tertiären Kobalt-Nickelgänge Mitteldeutschlands lassen überhaupt keinen Zusammenhang mit Gesteinseruptionen erkennen.

In Amerika sind viele metasomatische Lagerstätten aufs engste an meist saure, den Kalkstein durchsetzende Eruptivgesteine gebunden, ein gewisser Zusammenhang zwischen dem Auftreten beider ist zweifellos; zu Rodna und in Serbien finden sich Sulfidlagerstätten in enger Nachbarschaft quarzführender Andesite, die in derselben großen Erzzone Kontaktlagerstätten erzeugten, und ein Zusammenhang zwischen dem Empordringen von Magma und Metalllösung darf deshalb hier angenommen werden. Eine ähnliche allgemeine Beziehung wird ferner für die zahlreichen Edelmetalllagerstätten behauptet werden dürfen, die als ein weitverbreiteter Typus an die gewaltigen tertiären Massenergüsse der alten und neuen Welt gebunden sind. In wohl allen zuletzt erwähnten Fällen ist indessen die Erzlagerstätte zweifellos jünger als das unmittelbare Nebengestein: denn letzteres ist gewöhnlich im fertigen festen Zustande durch den Erzabsatz umgewandelt worden in Produkte, deren Entstehung eine hohe Gesteinstemperatur ausschließt, wie z. B. Kaolin. Manche solche Gänge, wie der Comstock Lode oder wie die gruppenweise parallel streichenden Gänge von Schemnitz, Kremnitz, Nagybánya, Felsöbánya und Kapnik tragen die Kennzeichen tektonischer Spalten an sich. Die erzbringenden Lösungen sind dann aus unbekannter Tiefe und aus einem unbekannten Herde emporgestiegen und die stoffliche Zusammensetzung der Lagerstätte wird von der chemischen Beschaffenheit des Eruptivgesteins höchstens in der Weise beeinflußt, wie irgend ein Nebengestein für das mineralogische Gepräge einer epigenetischen Lagerstätte überhaupt bestimmend sein kann. Die meisten Versuche, einen Zusammenhang zwischen der petrographischen Natur des eruptiven Nebengesteines und der Metallführung der epigenetischen Lagerstätte ausfindig zu machen und vielleicht gar eine Systematik darauf zu gründen, mußten fehlschlagen.

Alles weist darauf hin, daß sich die meisten epigenetischen Lagerstätten von sehr tiefgelegenen Magmaherden herleiten, und daß sie durch Abscheidungen aus dem Stoffbestand dieser zu erklären sind, welche zu einer Zeit stattfanden, als sich das Magma noch im Zustande der Kristallisation befand. Vieles spricht dafür und nichts scheint dagegen zu sprechen, daß es fast nur die granitischen Herde der Tiefe sind, aus welchen die auf den epigenetischen Lagerstätten zur Ansiedelung kommenden Stoffe ausgestoßen werden. Die in den äußeren Teilen der Erdkruste nebeneinander auftretenden Eruptivgesteine und epigenetischen Erzlagerstätten sind deshalb in den meisten Fällen einander genetisch koordiniert[1]) und in weiterem Sinne beides Differentiationsprodukte des in der Tiefe liegenden

[1]) Selbst der Stoffgehalt der in Graniten aufsetzenden Zinnerzgänge entstammt gewöhnlich nicht ihrem Nebengesteine selbst, sondern einem noch tiefer gelegenen granitischen Herde, aus welchem er seinen Weg in die oberen, erstarrten Granitpartien gefunden hat.



Magmas. Daß dieses granitischer Natur ist, wird zunächst durch die weitaus vorwaltende Verbreitung des Granits als Tiefengestein wahrscheinlich. Sieht man von den Kupfererzlagerstätten des Typus Monte Catini (S. 835) ab, so sind keine eigentlichen Erzgänge bekannt, welche zu einem basischen Gesteine in ähnlichen Beziehungen stehen wie die pneumatolytisch-hydatogenen Gänge zum Granit oder wie die echten Kontaktlagerstätten zu den sauren oder mittelsauren Ganggesteinen. Die Kontakthöfe der Granite zeigen oft intensive Erscheinungen der Pneumatolyse, was darauf schließen läßt, daß das saure Magma, auch wenn es an sich vielleicht nicht reicher an Wasser und anderen Gasen sein sollte als die basischen, diese doch bei der Silikatbildung mit größerer Energie und bei höherer Temperatur abgibt als jene.[1]) Andererseits beherbergen basische Gesteine, wie die Gabbros und Peridotite, Erze in der Form von magmatischen Ausscheidungen. Der früher ausführlich besprochene nickelführende Magnetkies in den gabbroiden Gesteinen, der sich zu den Silikaten wie die Ausscheidung aus einem allerletzten Mutterlaugenreste verhält und scheinbar ohne Pneumatolyse zu einer Zeit gebildet wurde, wo vielleicht mittels des in der Mutterlauge vorhandenen Magmawassers sogar wasserhaltige Silikate entstehen konnten (z. B. zu Sohland, S. 42—44), könnte als Beispiel angeführt werden, um diesen Unterschied zwischen sauren und basischen Magmen zu verdeutlichen.

Sublimation und Injektion.

Jeder Vulkanausbruch, jede jahrelang tätige Fumarole und Solfatare legt Zeugnis für die ungeheuren Massen seit Urzeiten im Magma absorbierter, bei dessen Abkühlung freiwerdender Gase ab; eine Explosion aus einem tätigen Krater kann Wasserdampfsäulen von mehrere tausend Meter Höhe fördern; die den vulkanischen Herden entströmenden Mengen von Schwefelwasserstoff, Schwefeldampf, Salzsäure, Stickstoff (Ammoniak), Sauerstoff und Kohlensäure sind teilweise enorme; Borsäure ist stellenweise ein massenhaftes Exhalationsprodukt; von weiteren hier interessierenden Gasen ist auch Fluor nachgewiesen worden. Die Gase dienen schon in den Vulkanen allerlei Metallen als Transportmittel an die Oberfläche, wo sie unter günstigen Umständen teilweise höchst vergängliche Sublimationen bilden. So sind durch Cossa und andere in den Solfatarenabsätzen des Kraters von Vulcano[2]) auf den liparischen Inseln folgende Elemente und Verbindungen erkannt worden: Schwefel, Selenschwefel, Tellur, Realgar, Borsäure, Chlornatrium, Chlorammonium, Eisenchlorid, Glauberit, Glaubersalz, Lithiumsulfat, Alaun mit Thallium, Rubidium und Caesium, Hieratit (Kaliumkieselfluorid), Kobalt, Zink, Zinn, Wismut, Blei, Kupfer, Jod und Phosphor.

[1]) Manche Umstände, die hier nicht erörtert werden können, weisen darauf hin, daß das in Peridotitmagmen vorhandene Wasser bei der Verfestigung dieses die Entstehung primären Serpentins veranlassen kann.

[2]) Bergeat, Die äolischen Inseln; Abh. k. bayer. Akad. der Wiss., II. Cl., XX, 1899, 192—194, Lit. — Ders., Von den äolischen Inseln; Ztschr. f. pr. Geol., 1899, bes. 46, Lit. — Unter den obengenannten Elementen sind mehrere solche, welche für die Paragenesis der Zinnerzgänge wichtig sind.



An verschiedenen Vulkanen sind Atakamit, Tenorit, Cotunnit, teilweise massenhafter Eisenglanz, Magnesioferrit (Fe_2MgO_4), am Vesuv u. a. auch Millerit und in den Sommablöcken Molybdänglanz nachgewiesen worden. Die Bildung dieser Sublimate vollzieht sich fast vor unseren Augen und läßt sich teilweise durch die Wechselwirkung zwischen sublimierten Metallverbindungen und Wasserdampf erklären, wie z. B.

$$2\,FeCl_3 + 3\,H_2O = Fe_2O_3 + 6\,HCl.$$
$$2\,CuCl + H_2O = Cu_2O\ (\text{Tenorit}) + 2\,HCl.$$

Der bis zu einige Prozent betragende Wassergehalt der Pechsteine, das Verhalten vieler Obsidiane, die sich bei lichter Rotglut zu Bimssteinen mit bis zu 15fachem Volumen aufblähen, weil sie scheinbar in fester Lösung mit Gasen durchtränkt sind, die Einschlüsse von flüssiger Kohlensäure und wässerigen Lösungen im Quarz der Granite oder den durch ihr Zutun entstandenen Topasen usw. sind eine Folge des in dem Magma enthaltenen offenbar sehr beträchtlichen Gasgehaltes.[1] Da sich in der Zusammensetzung der Granite ganz allgemein weder die oben erwähnten Gase, noch die bezeichneten Metalle in nennenswerten Mengen wiederfinden, so bringt diese nur teilweise den ursprünglichen Stoffbestand des Magmas zum Ausdruck, neben welchem eine Art Mutterlauge übriggeblieben sein muß, über deren physikalische Beschaffenheit nur so viel feststeht, daß sie kein flüssiges Wasser enthalten haben kann, solange man als Erstarrungstemperatur des Granits eine höhere als 365°, d. i. die kritische Temperatur des Wassers, anzunehmen hat. In diesem offenbar unter hohem Druck stehenden, wie man vermuten darf, größtenteils aus Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Gasvorrat müßten von Anfang an die Bestandteile des Magmas gelöst gewesen sein und es muß Zeiten gegeben haben, zu welchen der zur Ausstoßung noch nicht fertige Stoffgehalt noch innig mit den in die Zusammensetzung des Granits eintretenden Bestandteilen des Magmas vereinigt war. Es wurde für möglich gehalten, daß die Bodenmaiser Lagerstätten und vielleicht auch gewisse Kieslager Schwedens als Injektionen eines solchen Magmas zu erklären sind, und es kann hier auf die diesbezüglichen Abschnitte S. 964—967 verwiesen werden. Unter der Voraussetzung, daß das Magma im flüssigen Zustande große Mengen von Gasen enthält und die darin vorhandenen Schwermetalle dann wohl selbst neben den auf den Lagerstätten späterhin mit ihnen verbundenen Metalloiden mehr oder weniger in gasförmigem Zustand gedacht werden dürfen, mögen Injektion und Sublimation nahe verwandte Erscheinungen werden. Da solche unter hoher Temperatur und hohem Druck stehende Stoffgemische niemals im Laboratorium beobachtet worden sind, so können Vorstellungen über ihr Wesen höchstens aus dem gegenwärtigen Zustande ihrer durch Abkühlung und unter Austritt von Lösungsgenossen entstandenen Kristallisationsprodukte gewonnen werden.

[1] Der Umstand, daß diese Einschlüsse jetzt flüssig sind, beweist nicht, daß zur Zeit ihrer Bildung Flüssigkeiten vorhanden waren, sondern nur, daß dem damaligen Dampfdruck der Gase unter den jetzigen Temperaturverhältnissen ihre Verflüssigung entspricht.



Die Möglichkeit einer glutflüssigen Injektion war von Hutton[1]) behauptet worden, und auch Parrot[2]) nahm eine solche an; letzterer betonte allerdings, daß der Glutfluß mit Wasser von mindestens 1750° durchtränkt gewesen sein müsse, was unter Annahme eines hohen Drucks denkbar sei. Ohne Anwesenheit des Wassers hätten Glasflüsse entstehen müssen.

In früheren Jahren hat man mitunter gleichfalls eine schmelzflüssige Injektion von Magma für möglich gehalten, dabei aber wohl meistens an analoge Vorgänge gedacht, wie sie sich im Hüttenbetriebe abspielen.

Die Injektionstheorie ist mit Nachdruck von Fournet[3]) vertreten worden; er erblickte in den Erzgängen ganz analoge Gebilde wie die Pegmatitgänge und erklärte auch die Kieslinsen und ähnliche Lagerstätten für Intrusionen, welche in die aufgeblätterten Schichten eingedrungen seien, wie eine zähe Masse in die Öffnungen zwischen den Blättern eines seitlich zusammengeschobenen Papierballens. Durch Annahme einer Intrusion geschmolzener Massen glaubte Fournet den Bedenken aus dem Wege zu gehen, welche ihm die Annahme lange Zeit offenstehender, z. T. flach einfallender Spalten verursachte, die nach der Ansicht anderer nur allmählich durch heiße Quellen oder durch Sublimation erfüllt werden sollten. Die letztere wies er indessen nicht ganz von der Hand.

v. Cotta[4]) hat die Erzlagerstätten in der Umgebung von Schwarzenberg im Erzgebirge für feuerflüssige Injektionen gehalten und aus dem Vorkommen gewisser Bleiglanzneubildungen entsprechende geologische Folgerungen ziehen wollen. Mit Recht konnte sich gegen solche Anschauungen Bischof[5]) wenden, indem er u. a. auf die Abwesenheit von Gesteinsglas, die Anwesenheit von Flüssigkeitseinschlüssen, das fast allgemeine Fehlen von Silikaten in den Gangfüllungen hinwies. Eine Injektion spielte nach Vogt[6]) eine wenn auch untergeordnete Rolle bei der Entstehung der nickelführenden Magnetkieslagerstätten Norwegens, indem das Erz als magmatisches Differentiationsprodukt vom Rande der Gabbrostöcke her auch in das Nebengestein eindrang; ähnlich sagt de Launay:[7]) „Dieser Magnetkies umhüllt alle anderen Mineralien wie ein flüssigeres Magma zweiter Erstarrung und dringt selbst in ihre Bruchstellen ein“ (s. S. 42—62).

Schon Charpentier[8]) (1823) hat bezüglich der Pegmatitgänge die Ansicht ausgesprochen, sie seien „Injektionen von granitischem Material, welches abstammend von dem noch flüssigen Granite der Tiefe, in die Spalten des oberen, bereits erstarrten Granites eingepreßt wurde, gleichsam die Nachgeburten

---

[1]) Explication de Playfair sur la théorie de la Terre par Hutton. Übersetzt ins Französische von Basset, 1815, 150—170.

[2]) Grundriß der Physik der Erde und Geologie, 1815, 690—697.

[3]) Simplification de l'étude d'une certaine classe de filons. Deutsch von H. Müller: „Vereinfachung der Lehre von den Gängen“, 1846.

[4]) Erläut. zur geognost. Karte von Sachsen, II, 246. — Erzgangbildung in einer Flammofensohle; Gangstudien, 1854, II, 5—18. — Siehe dagegen Plattner, ebenda 16. — H. Müller, in den Bemerkungen zur zitierten Arbeit Fournets, 105—180.

[5]) Über die Entstehung der Quarz- und Erzgänge; N. Jahrb., 1844, 257—288.

[6]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 136.

[7]) Contribution á l'étude des gîtes métallifères; Ann d. min. (9), XII, 1897, 143 und Leob. Jahrb., XLVI, 1898, 116.

[8]) Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées, 1823; zitiert von Naumann, Lehrbuch der Geognosie, II, 1862, 232. — Wegen der Entstehung der Pegmatitgänge sei besonders verwiesen auf Bröggers Abhandlung: Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite; Ztschr. f. Krist., XVI, 1890, 215—235.



derselben Granitformation, in deren Bereiche sie vorkommen". Nicht nur der von der normalen Zusammensetzung der mit ihnen verwandten Granite abweichende Mineralbestand vieler Pegmatite selbst, sondern ganz besonders die in ihren Drusenräumen kristallisierten, mit ihnen im unzweifelhaften Zusammenhang stehenden jüngeren Mineralbildungen weisen darauf hin, daß es sich hier um die Endprodukte granitischer Mutterlaugen handelt, die teils im Granite in situ, teils in der Art von Nachschüben auskristallisiert sind oder auch im Nebengesteine zum Absatze gelangten. Von den sehr nahen und unzweifelhaften Beziehungen der Pegmatite zu den Zinnerzgängen und wohl auch zu gewissen Golderzgängen war schon weiter oben ausführlich die Rede (S. 919—923, 957—959), wobei als ein bemerkenswertes Beispiel der Mineralbildung in Pegmatitdrusen — miarolitischen Hohlräumen nach Rosenbusch — die Minerallagerstätten um San Piero auf Elba erwähnt wurden. Brögger[1]) hat sehr ausführlich die Bildungsfolge der in den südnorwegischen Pegmatiten auftretenden Mineralien beschrieben; nach der Phase der magmatischen Erstarrung folgte hier die Bildung der Drusenmineralien, und zwar zunächst derjenigen mit Fluor, Bor und Schwefel (Molybdänglanz, Blende, Pyrit, Bleiglanz und Kupferkies), darauf die der Zeolithe, wobei die natronreicheren und wasserärmeren die älteren, die kalkreicheren und wasserreicheren die jüngeren sind, und endlich die Ausscheidung von Fluorkarbonaten (Weibyeit und Parisit) und die Umwandlung von Silikaten in die wasserhaltigen Neubildungen Kaolin, Epidot und Chlorit; wenn auch diese zuletzt genannten nach Brögger nicht mehr zu der eigentlichen Pegmatitbildung in sicherer Beziehung stehen sollten, so zeigt sich doch in dem Auftreten der Zeolithe die zunehmende Beteiligung des Wassers an der Mineralbildung. Zeolithe finden sich auch auf den elbaner Lagerstätten, und sie bilden auch in den mineralreichen Drusen des Striegauer Granites[2]) oder z. B. auf den Titangängen der Alpen (s. S. 961) die jüngsten Gebilde.

Die hier nur kurz erwähnten Beispiele zeigen, daß nicht nur die Auskristallisation der granitischen Mutterlaugen bei der Abkühlung ihre Phasen durchläuft, sondern daß auch zum Schlusse derselben das Wasser in dem Stoffbestand dieser Minerallagerstätten festgehalten wird, nachdem die Temperatur entsprechend gesunken ist. Treten diese Mutterlaugen längs Spalten in das Nebengestein ein, so sind ihrer Wanderung in die Ferne zunächst keine Grenzen gesetzt. Da aber die Temperatur des Nebengesteins mit der Entfernung vom Magma abnehmen wird, so ist es denkbar, daß in den Spalten in verschiedenen Entfernungen vom Ursprungsherd zu gleicher Zeit dieselben Auskristallisationen vor sich gehen, wie dort im Laufe der Abkühlung. Man könnte auf solche Weise den Übergang der cornwallischen Zinnerzgänge in Kupfererzgänge erklären und hat so die verschiedene Verbreitung der Zinn-, Kupfer- und Bleierzgänge im sächsischen Erzgebirge gedeutet.

[1]) l. c. 159—181.

[2]) Schwantke, Die Drusenmineralien des Striegauer Granits; Bresl. Inaug.-Diss., 1896; Ref. N. Jahrb., 1897, II, —4—6—; Ztschr. f. Krist., XXX, 1899, 664—666.



In den letzten Jahren ist von mehreren Seiten, so besonders von Kemp[1]) und Spurr[2]) eine nahe genetische Verwandtschaft zwischen den Pegmatitgängen und den erzführenden Quarzgängen betont worden. Die letzteren sollen danach nur einen besonders vorgeschrittenen Grad magmatischer Differentiation, das Extrem der aplitischen Gangbildung darstellen. Am schärfsten hat wohl Spurr die Möglichkeit eines solchen Zusammenhanges hervorgehoben. Er beobachtete in Alaska eine sukzessive Differentiation des Hornblende-Granites und -Diorites in immer saurere, biotitführende Gesteine und endlich in biotitarme oder biotitfreie, sehr saure Orthoklas-Quarz-Ganggesteine („Alaskite") von teilweise sehr feinkörniger Struktur, die durch Zurücktreten des Feldspats fast quarzitisches Aussehen gewinnen können, an echte Gangquarze erinnern, aber fast immer noch etwas Feldspat enthalten. „Zum Schluß wird durch das Verschwinden des Feldspats der Gesteinsgang zu einer gewöhnlichen Quarzader." Quarzgänge des Forty-Mile-Distrikts, die nach Spurrs Auffassung solche übersaure Aplite sein sollen, enthalten allgemein Pyrit, gelegentlich Biotit, Kalkspat, Epidot, silberhaltigen Bleiglanz und Pyrit.

Diese Anschauung, welche in gemeinen Quarzgängen die letzte Mineralbildung aus wässerigen Kieselsäurelösungen erblickt, die bei der Erstarrung von Tiefengesteinen als periphere Differentiationsprodukte abgeschieden werden und demnach nichts anderes wären als silikatfreie Pegmatite oder Aplite, findet scheinbar wenigstens in dem von Hussak beschriebenen Gang von Passagem in Brasilien eine gewisse Bestätigung (S. 958). Sie kann auch den zahlreichen Quarzlinsen und Quarzlagergängen gerecht werden, die sich so häufig in der Umgebung granitischer Durchbrüche in kristallinen, stark gefalteten Schiefern finden, und welche durch sie wohl besser erklärt werden, als durch die häufig behauptete Lateralsekretion. Ganz zweifellos trifft sie auch für manche Quarzgänge zu, die in den Kontakthöfen die Schichten quer durchsetzen; so beobachtet man in den Fruchtschiefern bei Theuma im Vogtland bis zu mehrere Zentimeter mächtige Gänge von Milchquarz mit seltenem Cordierit, in deren nächster Nähe die Schiefer ganz besonders stark metamorphosiert, stellenweise auch reich an Granat sind.[3]) Es sei ferner daran erinnert, daß die Quarzkupferkiesgänge von Boccheggiano im kalkigen Nebengestein Umwandlungserscheinungen hervorgebracht haben, welche ganz an eine Kontaktmetamorphose erinnern. Für den verallgemeinerten Satz, daß die unter höherer Temperatur entstandenen Quarzgänge besonders saure Modifikationen granitischer Apophysen seien, fehlen aber bisher alle exakten Grundlagen.

Die in der Umgebung der erzbringenden Intrusionen während der Vollkraft der plutonischen Energie im Gesteine herrschenden Temperaturen zwingen zu

[1]) Kemp, The rôle of the igneous rocks in the formation of veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 169—198. — Ders., Ore deposits, 1900, 366—367. — Ders., The problem of the metalliferous veins; Econ. Geol., I, 1905/1906, 207—232.

[2]) Außer den auf S. 958 angegebenen Stellen siehe auch: The southern Klondike district, Esmeralda, Nevada. A study in metalliferous quartz veins of magmatic origin; Ec. Geol., I, 1905—1906, 369—382.

[3]) Dieses eigentümliche Vorkommen habe ich unter der Führung meines Assistenten Dr. Baumgärtel kennen gelernt, der mich darauf aufmerksam machte.



der Annahme, daß in der Nähe der ersteren der Mineralabsatz nur aus gasförmigen Gemischen unter Zutun der in den heutigen vulkanischen Exhalationen nachweisbaren und in den pegmatitischen Mineralbildungen erkennbaren „Agents minéralisateurs" Wasserdampf, Kohlensäure, Salzsäure, Schwefel, Arsen, Phosphor, Bor, Fluor und vielleicht auch von gewissen Kohlenstoffverbindungen (Metallkarbide?, Kohlenwasserstoffe?), also unter Pneumatolyse stattgefunden haben kann. Solche Gänge, wie z. B. die Zinnerzgänge, enthalten neben dem Quarz Silikate, die sich auch in den miarolitischen Drusen der Pegmatite wiederfinden, wie Turmalin, Feldspat,[1]) Lithionglimmer und Topas; dagegen kommen auf ihnen die Karbonspäte und der Schwerspat scheinbar immer nur als jüngste Gebilde vor.

Die Sublimierbarkeit z. B. der Chloride der Schwermetallverbindungen bei mehr oder weniger hohen Temperaturen, wobei unter Einwirkung anderer Gase aus den Metalldämpfen Oxyde und offenbar auch Sulfide entstehen können, führt in der Natur zu den oben erwähnten vulkanischen Sublimationsprodukten.[2]) Daubrée[3]) hat experimentell gezeigt, daß Zinnerz, Brookit und Quarz dargestellt werden können, indem man Dämpfe von Zinn-, Titan- und Siliciumchlorid und Wasserdampf aufeinander wirken läßt; er hatte sich dabei der Chloride bedient, weil mit ihnen leichter zu experimentieren war, betont aber, daß sich in der Natur die genannten Oxyde wohl aus Fluoriden gebildet haben müßten, deren Verhalten demjenigen der Chloride ganz analog sei und folgert dieses aus dem Vorkommen der Fluorverbindungen (Flußspat, Topas, Apatit, Zinnwaldit) auf den betreffenden Gängen. Mit Hinsicht auf die Paragenesis der letzteren hielt er es auch für möglich, daß die Fluoride des Siliciums, Bors, Zinnerzes, Molybdäns und Wolframs auf das Nebengestein einwirkten und durch Wechselwirkung mit den Bestandteilen des letzteren die begleitenden Gangarten hervorbrachten. *

Epigenetische Lagerstätten und Thermen.

Der unmittelbare Zusammenhang zwischen den Exhalationen des in der Tiefe ruhenden Magmas und dem Emporsteigen erzbringender thermaler Lösungen ist schon im Jahre 1847 von Elie de Beaumont[4]) ausführlich erörtert worden. Zu allen Zeiten hätten Eruptionen auch Gasgemenge gefördert,

[1]) Der Orthoklas ist mitunter als Sublimationsprodukt bei Hochofenprozessen nachgewiesen worden; das bekannteste derartige Vorkommen ist dasjenige von Sangerhausen. Über die pneumatolytische Entstehung des Quarzes siehe die Fußnote S. 921. Der Topas findet sich, wie bekannt, als zweifellose pneumatolytische Bildung in gewissen Rhyolithen, das Zinnerz tritt in Mexiko gleichfalls im Gefolge von Rhyolithen auf.

[2]) Bei der Erklärung mancher schichtiger oxydischer und sulfidischer Erzlagerstätten ist weiter oben die Möglichkeit ausgesprochen worden, daß in ihnen der Metallgehalt submariner Exhalationen angereichert worden sei.

[3]) Zusammenfassend in Études synthétiques de Géologie expérimentale, 1879; deutsch von Gurlt, Synthetische Studien zur Experimental-Geologie, 1880, 23—51.

[4]) Über die vulkanischen und metallischen Emanationen oder Ausströmungen. Nach dem Bull. d. l. Société géol. d. France (2), IV, 1847, 1249 ff.; in Cottas Gangstudien, I, 1850, 329—436.

deren Charakter mit der Zeit eine Änderung erfahren habe, indem sie einfacher und geringer wurden. Die in der Jetztzeit hervorbrechenden Laven sollen dieselben Metalle wie die vulkanischen Fumarolen enthalten, die älteren Eruptivgesteine seien an Schwermetallen viel reicher gewesen, am reichsten aber die Granite, welche mit Ausnahme von Rhodium, Ruthenium, Iridium, Platin und Osmium nicht nur alle in den basischen Gesteinen verbreiteten Metalle, sondern dazu noch eine Reihe ihnen eigentümlicher Elemente, nämlich Lithium, Yttrium, Zirkon, Cer, Lanthan, Didym, Beryllium, Thor, Uran, Tantal, Niob, Wolfram, Zinn, Molybdän, Bor und Kohlenstoff enthalten, von denen die meisten tatsächlich auf den Zinnerzgängen wiederkehren. Diesen aber fehlen Blei, Schwerspat und Silber, weshalb Elie de Beaumont die Gänge mit letzteren als eine besondere Gruppe von den Zinnerzgängen trennte. Die in den Gesteinen anzutreffenden Metalle kommen auch außerhalb jener häufig im unmittelbaren Kontakt mit ihnen vor, weshalb man annehmen müsse, daß ihr Auftreten nur die Folge und Fortsetzung derjenigen Erscheinungen war, welche die Eruptivmasse nach der Oberfläche förderte. Die auf den Gängen einbrechenden Metalle rühren ursprünglich von den Eruptivgesteinen her und sind zuletzt durch Mineralquellen abgesetzt worden, auf deren Kanälen sie allerdings sehr weite Umwege gemacht haben können. Ursprünglich wurden sie als Dämpfe aus dem Magma ausgeatmet; in der Nähe des letzteren sind sie zwar noch dampfförmig, aber im weiteren Verlauf ihrer Aufwärtsbewegung werden sie zu wässerigen Lösungen. Schwefel, Selen, Arsenik, Phosphor, Antimon, Tellur, Chlor, Jod und Brom wirken als „Vererzer“. In den tieferen Regionen sind die Erze als Sublimationen, in den höheren, wo der die Metalldämpfe begleitende Wasserdampf sich kondensierte, als Absätze aus wässerigen Lösungen entstanden. Elie de Beaumont unterschied zwei Arten warmer Quellen. Die „Hauptthermen“ entstammen unmittelbar den Eruptivgesteinen, bringen den verdichteten Wasserdampf der letzteren zur Oberfläche und sind stofflich dasselbe wie die den Eruptivgesteinen entströmenden Dampfexhalationen. Die anderen sind zur Oberfläche zurückkehrende Sickerwässer, welche sich in tieferen Regionen erwärmt haben.

Von den von Elie de Beaumont unterschiedenen beiden Gruppen von Gängen sind die „gewöhnlichen“ oder bleierzführenden, häufig silberhaltigen Gänge, charakterisiert durch die Rolle, welche die „Vererzer“ auf ihnen spielen, ausgezeichnet durch das Fehlen wasserfreier Silikate; auf den zinnführenden Gängen, welche in unmittelbarem Zusammenhang mit Graniten stehen und einen Überschuß an Kieselsäure enthalten, sind die „Vererzer“ weniger vorherrschend, wasserfreie Silikate charakteristisch. Ihre Bildungsweise hat, da die kennzeichnenden Mineralien sich auch in den Graniten selbst wiederfinden, eine große unmittelbare Verwandtschaft mit derjenigen der letzteren. Die gemeinen Zinnerzgänge treten nach einem Ausdruck A. v. Humboldts im „Halbschatten der Granite“ auf. Mit der Bezeichnung „aura granitica“[1]) faßt Elie de Beaumont alle Erscheinungen der Mineralisation im Umkreis der Granitintrusionen zusammen. Quarzporphyr und Trachyt seien überhaupt nur noch

[1]) aura = Gloriole, Hof um die Sonne, Dunstkreis.



„verrauchte Granite“ (granites éventés), die von ihren flüchtigen Bestandteilen schon sehr viel verloren hätten.

Den Ideen Elie de Beaumonts sind die auf modernen chemisch-geologischen Anschauungen fußenden Ausführungen Kemps[1]) verwandt, der die Entstehung der Erzgänge auf aufsteigende wässerige Minerallösungen zurückführt, die sich unmittelbar von dem von Anfang an in dem Magma absorbierten, bei dessen Erstarrung ausgestoßenen Wasser- und Gasgehalt herleiten und mit ihnen decken sich fast vollständig die vor kurzem wiederum von E. Sueß[2]) ausgesprochenen Anschauungen über die Entstehung der Thermen. Sueß bezeichnete die „Hauptthermen“ Elie de Beaumonts als „juvenile“, die von oben hereindringenden, nach mehr oder weniger langem Wege wieder zur Erdoberfläche zurückkehrenden Wässer mit einem von Pošepny[3]) benutzten Ausdrucke als „vadose“ Quellen. Delkeskamp[4]) hat Sueß' Erörterungen aufgenommen und versucht, Beziehungen zwischen mittelrheinischen Thermen und dortigen Gängen wahrscheinlich zu machen. Die mitunter wenig schwankende Zusammensetzung des in einer großen Zahl durch hohe Temperaturen ausgezeichneter Thermen gelösten Mineralbestandes und die Unabhängigkeit der Wassermenge der letzteren vom Wechsel des atmosphärischen Niederschlages scheinen beachtenswerte Gründe zu sein, um eine Herkunft auch der Thermen aus großer Tiefe anzunehmen.

Diejenigen Eigenarten der Erzgänge, welche schon bei der kritischen Besprechung der Theorie von der Lateralsekretion hervorgehoben worden sind, widersprechen den Anschauungen Le Contes, und anderer, die den Mineralgehalt der Gänge auf die Auslaugung ihres gesamten Nebengesteins durch das zirkulierende Grundwasser zurückführen. Schon v. Groddeck[5]) hielt es unter dem Einfluß der Sandbergerschen Anschauungen für wahrscheinlich, daß die durch die Quellen abgesetzten Erze den Eruptivgesteinen und kristallinen Schiefern entstammten, daß sie also in der Tiefe ausgelaugt worden seien. Dasselbe drückte 1883 Le Conte[6]) mit folgenden Worten aus: „Der Inhalt der Erzgänge kommt nicht aus einer rätselhaften Region vulkanischer Feuer, sondern rührt von der Auslaugung des ganzen Nebengesteins in der Spalte von oben bis unten her, vorzugsweise aber von derjenigen der tieferen Teile derselben; denn dort herrscht hoher Druck und Überhitzung. Unterirdische Wässer, welche lösliche Stoffe aus weiten Gebieten

[1]) Siehe die Literaturzitate S. 1212.

[2]) Über heiße Quellen; Verh. d. Ges. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 1902, I.

[3]) Genesis der Erzlagerstätten; Leob. Jahrb., XLIII, 1895, 1—226.

[4]) Juvenile und vadose Quellen; Balneol. Ztg., XVI, No. 5, 20. II. 1905. — Ders., Die Bedeutung der Geologie für die Balneologie; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 202—209. — Ders., Die Genesis der Thermalquellen von Ems, Wiesbaden und Kreuznach und deren Beziehung zu den Erz- und Mineralgängen des Taunus und der Pfalz; Ref. ü. e. Vortr. a. d. Vers. deutsch. Naturf. u. Ärzte, 1903, in Intern. Mineralquell.-Ztg.

[5]) Erzlagerstätten, 324—325.

[6]) Genesis of metalliferous veins; Am. Journ. Sci., XXVI, 1883, von verschiedenen zitiert. — Ders., Diskussion des Aufsatzes von Pošepný, The genesis of ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1894, 996—1006.

und großen Gesteinsmächtigkeiten auslaugen, finden ihren Weg in Spalten und diese bilden dann für jene die Rückflußkanäle zur Oberfläche, woher sie gekommen sind." Diese Ansicht hat er dann nochmals 1894 aufrecht erhalten, und van Hise[1]) hat sich ihm neuerdings angeschlossen, indem auch er, wie dies zuletzt Le Conte getan hat, ausführt, daß Wasserzirkulation überhaupt nur in der äußersten Region der Erdkugel, der „Zone der Spalten" (zone of fracture) möglich sei. Unterhalb dieser, höchstens in einer Tiefe von 10000 bis 12000 m beginne die „zone of flowage", wo infolge einer Verschiebung der Moleküle durch Pressung und fortwährender Umkristallisation durch Feuchtigkeit die Gesteine metamorphosiert würden, und eine Spaltenbildung überhaupt unmöglich sei. Die in der zone of fracture zirkulierenden Wässer müßten dort die Stoffe aufnehmen, welche in den Erzgängen wieder abgesetzt würden. Schon Pošepný[2]) hatte die Beweglichkeit des durch Kapillaren zur Tiefe dringenden Grundwassers und dessen Wiederaufsteigen auf Gangspalten durch die in größerer Teufe erfolgende Erwärmung zu erklären versucht.

Die Sublimationstheorie hat auf den ersten Blick viel Bestrickendes bei der genetischen Beurteilung von Lagerstätten, die aus ursprünglich sublimationsfähigen Körpern bestehen, oder deren Bestandteile wenigstens durch Wechselwirkung von Dämpfen entstanden sein können. Sie hatte deshalb besonders in früheren Zeiten viele Anhänger; v. Buch und v. Humboldt[3]) zählten dazu, und auch v. Richthofen glaubte die im Gefolge von Rhyolithen gebildeten Erzlagerstätten Ungarns auf Fumarolentätigkeit zurückführen zu sollen.[4]) Sueß hat gleichfalls der Sublimation einen wichtigen Anteil an der Ausfüllung der Erzgänge zugestanden,[5]) im übrigen aber betont, daß, wie schon Beaumont erklärte, eine scharfe Grenze zwischen der Rolle von Thermen und Sublimationen nicht zu ziehen sei.[6]) Kaum zulässig ist die Annahme einer Sublimation jedenfalls bei der großen Anzahl von Erzgängen, welche Bestandteile enthalten, die durch Sublimation scheinbar nicht gebildet sein können, wie Kalkspat; in solchen Fällen drängt aber auch die Struktur der Gänge, die innige Durchwachsung der Erze mit den Gangarten zu der Annahme, daß auch die Metallverbindungen nicht sublimiert sein können.

---

[1]) Some principles controlling the deposition of ores; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 27—177.

[2]) Siehe die wiederholt zitierte, inhaltreiche Abhandlung: Über die Genesis der Erzlagerstätten; Leob. Jahrb., XLIII, 1895, bes. 22—97; „Die Tätigkeit der subterranen Wasserzirkulation". — Ders., Über die Bewegungsrichtung der unterirdisch zirkulierenden Flüssigkeiten; Compte rendu d. III. sess. Congr. géol. intern., Berlin 1885.

[3]) Gutachten A. v. Humboldts in v. Herder, Der tiefe Meißner Erbstolln, 1838, Beil. XII.

[4]) Mitteilungen von der Westküste Nordamerikas, I. Die natürliche Gliederung und der innere Zusammenhang der vulkanischen Gesteine; Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XX, 1868, 676. — Ders., Studien aus den ungarisch-siebenbürgischen Trachytgebirgen; Jahrb. k. k. Reichs-Anst., 1860, 153—278, insbes. 249—276.

[5]) Zukunft des Goldes, 1877, 97, 112, 117.

[6]) l. c. 105.

In den zahlreichen Fällen, wo überhaupt die Annahme von wässerigen Lösungen statthaft ist, wird man die epigenetischen Lagerstätten als Absätze warmer, von unten aufsteigender Quellen betrachten dürfen. In ihrer einfachsten Fassung verzichtet die Thermaltheorie darauf, den Ursitz der Gangmineralien zu ermitteln und begnügt sich damit, ihn in größeren Tiefen zu suchen als dort, wo sie sich angesiedelt haben. Sie verlegt die Herkunft der Erze und Gangarten kurz „nach dem Erdinnern". Die Thermaltheorie darf für die Auflösung wie für den Absatz der Gangmineralien das Zutun erhöhten Drucks und erhöhter Temperatur in Anspruch nehmen; sie läßt aber zunächst unerörtert, ob die lösenden Wässer aus dem Magma selbst herzuleiten sind (entsprechend den „Hauptthermen" Elie de Beaumonts), oder ob dieselben ursprünglich meteorischen Ursprungs sind, ferner ob die gelösten Stoffe einem festen Gestein oder einem unverfestigten Glutfluß entstammen.

Der Thermaltheorie stehen folgende Tatsachen nicht entgegen:

1. Die häufigsten Erz- und Gangarten können aus wässeriger Lösung entstehen.

2. Zahlreiche Gangmineralien enthalten Flüssigkeitseinschlüsse.

3. Die Textur und Struktur der Erzgänge läßt sich meistens ohne Schwierigkeit durch sie erklären.

Diese drei Sätze könnten auch zur Begründung der Lateralsekretionstheorie und sogar der Deszensionstheorie dienen.

4. Fast alle von den Gängen her bekannten Stoffe können sich in Quellen finden.

5. Die wichtigsten Erzgänge setzen in große, unbekannte Teufe nieder.

6. Bestimmte Gangformationen sind mitunter inmitten anderer auf bestimmt gerichtete Spalten beschränkt.

7. Mineralquellen und Erzgänge kommen häufig in ein und derselben Region vor.

8. Man kennt Erzabsätze, welche noch heute aus Thermen hervorgehen.

Die häufigsten Gangarten sind Quarz, Karbonate, Schwerspat und Flußspat; die häufigsten Erze Sulfide, Arsen- und Antimonverbindungen.

Die Möglichkeit eines wässerigen Absatzes von Quarz und Karbonaten bedarf keiner Beweise. Aber auch von dem gemeinhin als unlöslich geltenden Schwerspat sind bei gewöhnlicher Temperatur 0,0029 g, von Flußspat 0,014 g in 1000 g reinen Wassers löslich;[1]) es gibt überhaupt kaum ein Mineral, das nicht in reinem Wasser wenigstens spurenweise löslich wäre.[2]) Wasser von 245° löst gefälltes $BaSO_4$ und scheidet es bei der Abkühlung in Kristallen wieder aus, ausgefälltes Fluorcalcium wird bei 240° zu oktaedrisch kristallisierendem Flußspat.[3]) Sehr einfach würde sich die gleichzeitige Entstehung von Flußspat und Schwerspat erklären, sobald man annehmen dürfte, daß Fluor-

[1]) Holleman, Bestimmungen der Löslichkeit sogenannter unlöslicher Salze; Ztschr. f. phys. Chemie, XII, 1893, 125—139. — Kohlrausch und F. Rose, Die Löslichkeit einiger schwer löslicher Körper im Wasser, beurteilt aus der elektrischen Leitungsfähigkeit der Lösungen; ebenda 234—243.

[2]) Brauns, Chemische Mineralogie, 1896, 396.

[3]) Scheerer und Drechsel, Künstliche Darstellung von Schwerspat und Flußspat; Journ. f. prakt. Chemie, CXV, Neue Folge, VII, 1873, 63—75.



baryum und schwefelsaurer Kalk in Lösung eine Umsetzung erfahren hätten. Tatsächlich gelang Scheerer und Drechsel die künstliche Darstellung ersterer Mineralien, indem sie wochenlang Fluorbaryum und Gips von den beiden Enden einer U-förmigen Glasröhre aus in kaltem Wasser aufeinander einwirken ließen. Daß Baryt innerhalb der Gesteine vielerlei Wanderungen erfahren kann, geht schon daraus hervor, daß er manchmal als Versteinerungsmittel von Tieren und Pflanzen, in Mandeln, Drusen und Klüftchen auf den verschiedensten Gesteinen und, wie z. B. zu Meggen und im Rammelsberg sogar in großen Massen, auf Lagern sedimentären Ursprungs angetroffen wird.[1])

Zahlreiche Mineralquellen enthalten neben Strontiumchlorid auch Baryumchlorid.[2]) Keine Solquelle aber dürfte mehr von diesen Chloriden enthalten, als diejenige von der Grube „Güte des Herrn" zu Lautenthal bei Clausthal im Harz, welche ungefähr vor 45 Jahren bei 370 m angefahren worden ist.[3]) Sie hatte $19^1/_2{}^0$ und ergab bei zwei Analysen im Liter:

$BaCl_2$ . .	0,314 g	0,318 g	$MgCl_2$ . .	4,360 g	3,219 g
$SrCl_2$ . .	0,854 „	0,899 „	NaCl . .	67,555 „	68,168 „
$CaCl_2$ . .	10,509 „	10,120 „	KCl . . .	0,359 „	0,458 „

Nach Lattermann soll diese Sole, welche jährlich 1740000 kg gelöste Substanzen förderte, einem Steinsalzlager entspringen.

Die Lautenthaler Grubenwässer enthalten neben vorwaltenden Chloriden auch Sulfate von Zink und Magnesia, so daß eine Durchmischung der Sole mit den Grubenwässern zu einem Absatz von Schwerspat führen muß. Dieser letztere findet teilweise in Form von weißen oder braunen schlammigen, stalaktitischen oder schwammigen Absätzen statt, teilweise bilden sie in den Pumpenröhren holzfarbige Hohlzylinder, welche auch wegen ihrer durch heller und dunkler braune Lagen bewirkten Bänderung an Holzröhren erinnern.

Ihre Zusammensetzung ist folgende:

	Stalaktiten und Schlämme	Röhrenabsätze
$BaSO_4$	82,3—84,81	92,44
$SrSO_4$	13,4— 8,64	4,32

Außerdem wechselnde Mengen von Fe_2O_3, $CaCO_3$, $CaSO_4$ und SiO_2. Durch diese Ausscheidungen erfuhren die Pumpenröhren tatsächlich eine Verengung; die Röhrenweite betrug etwa 10 cm,[4]) die Schwerspatröhren aber erreichten in 3—5 Jahren eine Ringstärke von 2 cm. Die in diesem Zeitraum in den Röhren abgelagerte Masse beträgt über 2000 kg. Von Wichtigkeit ist die Tatsache, daß die Reaktion der sulfathaltigen Grubenwässer auf die Sole nicht unmittelbar erfolgt, sondern daß die Chlormagnesiumlösung einen Ausfall von Schwerspat verlangsamen und teilweise überhaupt verhindern kann.

Über die Löslichkeit verschiedener Erze in reinem Wasser hat Dölter[5]) Versuche angestellt. Bei wochenlanger Einwirkung von Wasser von 80° gingen

[1]) Siehe die Zusammenstellungen Delkeskamps; Ztschr. f. prakt. Geol., X, 1902, 117—121.

[2]) Delkeskamp, Schwerspatvorkommnisse in der Wetterau und Rheinhessen und ihre Entstehung, zumal in den Manganerzlagerstätten; Notizbl. Ver. f. Erdk. (4), XXI, 1900, 47—83.

[3]) Lattermann, Die Lautenthaler Solquelle und ihre Absätze; Jahrb. d. preuß. geol. Landes-Anst., 1888, 259—283.

[4]) Stücke der Clausthaler Sammlung.

[5]) Einige Versuche über die Löslichkeit der Mineralien; Tscherm. Min. Petrogr. Mitt., XI, 1890, 319—330.



in Lösung Antimonit, Pyrit, Bleiglanz, Zinkblende, Arsenkies, Kupferkies, Bournonit, Eisenglanz und Zinnstein; nach Binder[1]) gilt dasselbe für Markasit, Buntkupfererz, Kupferglanz, Manganit, Zinnober und Rotkupfererz. Noch viel intensiver ist die lösende Kraft des mit gewissen Agentien bereits beladenen Wassers; als solche dürften am ehesten bei der Annahme einer thermalen Ausfüllung der Gänge in Betracht kommen: Alkali- (Natron- und Kali-) Karbonate, kieselsaure Alkalien, Alkalichloride, Schwefelalkalien, Schwefelwasserstoff und freie Säuren. So löst sich Gold z. B. in kohlensaurem Natron, in kieselsaurem Natron und in Chlornatrium.[2]) Wichtig sind die Versuche Sénarmonts[3]) über die künstliche Darstellung verschiedener Erze aus überhitzten Lösungen (100—350°) von Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Alkalikarbonaten und -Sulfiden. Er erhielt statt der amorphen Ausfällungen der entsprechenden Sulfide, Sulfarsenide und Sulfantimonide die kristallisierten Körper Realgar, Antimonit, Wismutglanz, Zinkblende, Bleiglanz, Schwefelkies, Kupferkies, Arsenkies, Proustit, Pyrargyrit; ferner durch die Einwirkung von Schwefelkalium auf Oxydulsalze Manganblende, Hauerit, Nickelkies, Kupferglanz, Schwefelkies und Kupferkies. Die Resultate Sénarmonts sind deshalb wichtig, weil er als Agentien nur solche benutzte, welche tatsächlich als Bestandteile heißer Quellen bekannt sind.

Bezüglich des Absatzes der Erze und Gangarten aus den Lösungen ist zweierlei denkbar: entweder erfolgte er infolge einer Änderung der physikalischen Verhältnisse, also infolge einer Abnahme von Druck und Temperatur, welche andere gewesen sein müssen in der Tiefe als näher an der Oberfläche; oder er mußte stattfinden infolge chemischer Änderungen, wie des Ausscheidens gewisser die Lösung fördernder Gase, infolge zunehmender Konzentration oder durch die Einwirkung hinzutretender Gemengteile in flüssigem oder gasförmigem Zustand. Eine genauere Durchforschung aller dieser Verhältnisse wird auch mit einem gleichzeitigen Zusammenwirken aller dieser Faktoren zu rechnen haben. Sicher ist, daß dieselben einen Einfluß auf die Struktur der Gangfüllung, auf das Zusammentreten des Stoffbestandes zu besonderen Mineralien und deren Kristallisation und, bei der bandförmigen Lagenstruktur, auch auf die wechselnde Wiederkehr desselben Minerals und unter Umständen auch auf die besondere Zusammensetzung desselben zu verschiedenen Zeiten des Absatzes (Goldgehalt der Kiese, Silbergehalt des Bleiglanzes, Eisengehalt der Zinkblende) ausgeübt haben. Auch die Bildung von Pseudomorphosen und die völlige Wiederauflösung und Umlagerung bereits ausgeschiedener Verbindungen kann die Folge von Veränderungen der chemischen und physikalischen Verhältnisse sein.

In zahlreichen Gangelementen finden sich Flüssigkeitseinschlüsse. Solche sind naturgemäß nur in den mehr oder weniger durchsichtigen Mineralien beobachtet worden, wie z. B. in Kalkspat, Quarz, Flußspat, Baryt, Apatit, Topas, Zinkblende, Rotgültigerz und Zinnerz. Daß das Vorkommen von Flüssigkeitseinschlüssen für das Vorhandensein von Lösungen zurzeit der Lagerstättenbildung nicht völlig beweisend ist, wurde schon S. 1209, Fußnote 1, gesagt.

Die Strukturformen der Hohlraumfüllungen haben mitunter eine gewisse Ähnlichkeit mit den gebänderten Sinterbildungen mancher heißer Quellen, wie z. B. des Karlsbader und des Wiesbadener Sprudels oder des Steamboat Valley in Nordamerika. Gegen die Annahme einer Aszension hat man das besonders bei Höhlenfüllungen häufige, aber auch in Gängen beobachtete Vor-

[1]) Versuche über die Löslichkeit der Mineralien; ebenda XII, 1891, 332—343.

[2]) Brauns, Chemische Mineralogie, 400—406.

[3]) Sur la formation artificielle, par voie humide, de quelques espèces minérales qui ont pu se produire dans les sources thermales sous l'influence combinée de la chaleur et de la pression. Comptes rendus des séances de l'acad. de France, XXXVIII, 693; Ann. d. chim. et phys. (3), XXX, 1850, 129—146; (3), XXXII, 1851, 129—175.

kommen von Erzstalaktiten angeführt, welche für eine Deszension sprechen sollen. Ihre Entstehung läßt sich aber auch mit einer Aszension der erzabsetzenden Lösungen in Einklang bringen, wenn man sie als sekundäre Gebilde betrachtet, die während des Rückzugs der letzteren oder nach demselben aus dem abgeschiedenen Erze in den lufterfüllten Räumen entstanden sind.

Daß der Erzreichtum der großen Ganggebiete überhaupt nur von gewissen, oft mächtigen Spalträumen beherbergt wird, deren Auftreten, wie z. B. zu Freiberg, zu Přibram oder zu Clausthal in enger Beziehung zur Tektonik des Gebietes steht, wurde schon vorher als ein Beweis gegen die Lateralsekretionstheorie betont.

Die Analyse mancher Mineralwasser ergibt Gehalte an Elementen, welche sich auch auf Erzgängen wiederfinden. Als solche Quellen dürfen aber diejenigen nicht genannt werden, welche ihren Metallgehalt mehr oder weniger zweifellos erst in alten Grubenbauen aufgenommen haben. Dazu gehören außer den gemeinen Grubenwässern beispielsweise auch die zu Heilzwecken benutzten Wässer von Alexisbad, Levico u. a. (s. S. 554—557); ebenso verdanken nach W. F. Hillebrand[1]) gewisse, etwa 7 km von Joplin in Missouri entspringende Quellen ihren Zinkgehalt den dortigen Bergbauen.

Zu Scharfenberg bei Meißen steht eine sehr eisen- und manganreiche Quelle in unzweifelhaftem räumlichen Zusammenhang mit den dortigen Gängen. Nach einer im Jahre 1882 von Hofrat Dr. Fleck mitgeteilten Analyse liefert 1 l Wasser 2,3053 g Rückstand von der Zusammensetzung:

		Daraus berechnet:	
Organische Substanz	0,0139 g	Organische Substanz	0,0139 g
CaO	0,6029 „	$CaSO_4$	1,4545 „
BaO	0,0006 „	$CaCO_3$	0,0071 „
SrO	0,0058 „	$ZnCO_3$	0,0054 „
MgO	0,1180 „	$CuCO_3$	0,0003 „
ZnO	0,0035 „	$MnCO_3$	0,0562 „
CuO	0,0002 „	$BaCO_3$	0,0008 „
MnO	0,0347 „	$SrCO_3$	0,0082 „
FeO	0,0708 „	$MgCO_3$	0,0397 „
Na_2O	0,1621 „	$(NH_4)_2CO_3$	0,0010 „
K_2O	0,0178 „	Fe_2O_3	0,0786 „
NH_3	0,0003 „	$MgCl_2$	0,2354 „
CO_2 (gebunden)	0,0932 „	$NaCl$	0,2767 „
Cl	0,3573 „	KCl	0,0282 „
SO_3	0,8556 „	Na_2SiO_3	0,0305 „
SiO_2	0,0251 „	SiO_2	0,0101 „
Spuren von Co_2O_3, Li_2O, H_2S.			

265,2 Raumpromille CO_2.
Die Temperatur des Wassers betrug 9,6°.

Von solchen Thermen, in deren Wasser sich Metallspuren haben nachweisen lassen, mögen hier einige Beispiele genannt sein. So enthält das Wasser von Wildbad in Württemberg[2]) in 100 l 56—57 g feste Bestandteile, davon 24 $NaCl$, 10 Na_2CO_3, 10 $CaCO_3$, 6 SiO_2, 4 Na_2SO_4; ferner K_2SO_4, $MgCO_3$, etwas Eisen, Tonerde, Spuren von Salpetersäure, Phosphorsäure, Borsäure, Arsensäure, Ammoniak, Lithium, Baryum, Strontium, Mangan und Zinn. In

[1]) Zinc-bearing spring waters from Missouri; Am. Journ. of Science, XLIII, 1892, 418—423. Ref. N. Jahrb., 1893, I, —290—.

[2]) Quenstedt, Geologische Ausflüge in Schwaben, 1864, 145, nach Fehling.

der Cannstatter Quelle[1]) bei Stuttgart sind nachzuweisen: hauptsächlich $CaCl_2$, $CaCO_3$, $CaSO_4$, $MgSO_4$; daneben KCl, Na_2SO_4, $FeCO_3$, Spuren von SiO_2, Salpetersäure, Borsäure, Phosphorsäure, Jod, Brom, Fluor, Baryum, Arsen, Mangan, Lithium und im Ocker noch Kupfer, Blei und Antimon (oder Zinn?). Die im Granit entspringenden Warmbrunner Thermen enthalten Spuren von Nickel, Antimon, Arsen, Bor und Fluor.[2]) In der Pyrmonter Badequelle hat Fresenius nachgewiesen: Zink, Nickel, Kobalt, Blei, Kupfer, Antimon, Arsen und Titan; die Quelle Grande grille von Vichy führt u. a. Blei, Kupfer, Arsen, Phosphorsäure und Borsäure, die Elisabethquelle von Homburg v. d. H. u. a. Nickel, Kupfer, Antimon, Bor, Arsen und Fluor. Der Karlsbader Sprudel (Temperatur 73—74°) enthält nach Göttl folgende Verbindungen:

Na_2CO_3	1,180	K_2SO_4	1,220
$CaCO_3$	0,263	Na_2SO_4	1,948
$MgCO_3$	0,052	$NaCl$	1,136
$FeCO_3$	0,004	SiO_2	0,137
$MnCO_3$	Spur	Al_2O_3	0,028

Spurenweise fand Göttl noch Jod, Brom, Fluor, Selen, Phosphorsäure, Borsäure, Antimon, Arsen, Gold, Kupfer, Chrom, Zink, Kobalt, Nickel, Titan, Baryt, Strontian, Lithion und organische Substanz.[3]) Die Wiesbadener Thermen enthalten nach den Untersuchungen von Fresenius u. a. Spuren von Kupfer und Arsen, ebenso diejenigen von Ems. Erwähnenswert ist auch das Auftreten von Bor in den Thermen von Wiesbaden und Aachen.[4])

Dementsprechend sind auch in den Absätzen zahlreicher heutiger Mineralquellen Elemente nachgewiesen worden, welche sich auf den Erzgängen wiederfinden, unter anderem auch sehr schwer lösliche Verbindungen wie Flußspat. Es versteht sich wohl von selbst, daß aus der Zusammensetzung der Quellensinter kein Schluß auf das Verhältnis gezogen werden darf, in welchem dessen Elemente ursprünglich in dem Wasser enthalten waren. Kupfer, Blei, vor allem aber Arsen und Zinn sind in den Ockern und Sintern zahlreicher, vorzugsweise warmer Quellen nachgewiesen worden. Dasselbe gilt für Baryum und Strontium und selbstverständlich auch für Eisen.[5]) Ein besonderes Interesse bietet der Karlsbader Sprudelstein wegen seines Gehaltes an Fluorcalcium. Nach Berzelius (a, b, c), Chandler (d) und Ragsky (e) haben die unter verschiedenen Bedingungen, z. T. künstlich erzeugten (b) Absätze der Therme folgende Zusammensetzung:

	a	b	c	d	e
Eisenoxydulkarbonat	12,13	—	—	—	—
Eisenoxyd	19,35	0,43	Mit den Phosphaten bestimmt	—	0,41
Manganoxyd	—	Spur	—	—	Spur
Kalkkarbonat	53,20	96,47	97,00	93,57	96,82
Strontiankarbonat	—	0,30	0,32	—	0,26

[1]) Ebenda 154.

[2]) Poleck, Resultate der chemischen Analyse der Thermen von Warmbrunn in Schlesien; Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur, LXIII, 1885, 28; Ref. N. Jahrb., 1886, II, — 364 —.

[3]) Weitere Beispiele siehe bei J. Roth, Chemische Geologie, I, 567 ff. — Siehe ferner die Zusammenstellungen in Daubrée, Les eaux souterraines à l'époque actuelle, II, 3—33.

[4]) Fresenius, Über das Vorkommen von Borsäure in dem Wasser des Kochbrunnens zu Wiesbaden; Journ. f. prakt. Geol., LV, 1852, 163—165. — Wildenstein, Über das Vorkommen der Borsäure in der Aachener Kaiserquelle; ebenda 165—166.

[5]) Siehe Roth, l. c. I, 564 ff.



	a	b	c	d	e
Basisches Eisenoxydphosphat	1,77	—	—	1,50	—
Tonerdephosphat	0,60	0,10	} 0,59	—	0,13
Kalkphosphat	—	0,06		}	0,05
Fluorcalcium	—	0,99	0,69	} 1,37	0,97
Kalksulfat	—	—	—	}	—
Kieselsäure	3,95	—	—	—	Spur
Wasser	9,00	1,59	1,40	3,56	1,30

Außerdem ist in einer sehr eisenhaltigen Varietät des Sprudelsteins auch 0,272 Arsen nachgewiesen worden. Nach Göttl und Hochstetter[1]) setzt der Sprudel täglich 2880 Pfund Sinter ab, was einem täglichen Absatz von fast 30 Pfund Fluorcalcium gleichkäme. Nach Berzelius[2]) enthält das Karlsbader Sprudelwasser 0,00320 % Fluorcalcium oder $\frac{1}{312500}$, das würde sogar einer Förderung von 247 Ztr. Flußspat im Jahr entsprechen; dazu hat Bischof[3]) berechnet, daß dieselbe innerhalb 819562 Jahren zur Ausfüllung eines Gangs von 8000 Fuß streichender Länge, 1000 Fuß Teufe und 1 Fuß Mächtigkeit führen könnte. Dabei ist noch zu bedenken, daß die Karlsbader Quellen keine konzentrierte Flußspatlösung darstellen, und daß den Thermalwässern in derjenigen Tiefe, in welcher die Erzgänge gebildet wurden, vermöge anderer physikalischer Bedingungen auch ein größerer Gehalt an mineralischen Substanzen zugeschrieben werden darf.

Beiläufig mag hier an die Untersuchungen Daubrées[4]) über die Mineralbildungen in den Thermalwässern von Bourbonne-les-Bains erinnert werden. Da es sich in diesen jedoch nicht um einen primären Metallgehalt des Wassers, sondern nur um Neubildungen unter Zerstörung von Bronze- und Bleigegenständen handelt, so sind dieselben schon früher besprochen worden. (S. 559.) Von höherem Interresse sind hier die Untersuchungen desselben Chemikers[5]) über die Quellabsätze zu Plombières am Westabhang der Vogesen. Dort entspringen dem Buntsandstein, welcher mit Konglomeratbildungen über dem Granit liegt, außer einigen kalten und lauen Quellen eine Anzahl von Thermen, deren heißeste 73° erreichen. Ihr Salzgehalt beträgt etwa 0,03 g im Liter und besteht vorzugsweise aus Kalisilikat. Die Thermen sind bereits von den Römern benutzt worden, und seit jener Zeit haben sich in den Fassungs- und Zuleitungsbauten insbesondere Zeolithe (fluorhaltiger Apophyllit, Chabasit, ? Gismondin, ? Skolezit, ? Harmotom), ferner Plombierit ($CaSiO_3 . 2H_2O$), Aragonit, Kalkspat und violetter Flußspat gebildet. Der benachbarte Granit ist durchzogen von Quarz-, Schwerspat- und Flußspatgängen, das Buntsandsteinkonglomerat ist verkieselt und enthält manchmal auch Flußspath und Schwerspat. Daubrée ist geneigt, die Thermen von Plombières als die letzten Nachwirkungen der Thermaltätigkeit aufzufassen, welche in früherer Zeit zu jenen Mineralabsätzen geführt hat.

[1]) Hochstetter, Karlsbad seine geognostischen Verhältnisse und seine Quellen, 1856, 83.

[2]) Untersuchung der Mineralwasser von Karlsbad, Teplitz und Königswart in Böhmen; Pogg. Ann., LXXIV, 1823, 113—212, insb. 149.

[3]) Über die Entstehung der Quarz- und Erzgänge; N. Jahrb., 1844, 257—288, bes. 285.

[4]) Eperimental-Geologie, 56—91.

[5]) Sur la relation des sources thermales de Plombières avec les filons métallifères; Ann. d. mines (5), XIII, 1858. 227—256. — Dasselbe übersetzt in Berg- u. Hüttenm. Ztg., XIII, 1859, No. 1, 2, 3, 4, 6, 8, 11, 13. — Ders., Eaux souterraines, III, 31—60.



Die heißen Quellen von **Hammam-Meskutin** bei Constantine in Algier, deren Temperatur 95° erreicht, haben mit mächtigen Kalksinterbildungen auch Erbsensteine erzeugt, die teils von Eisenkies überzogen sind, teils aus einer Wechsellagerung von Kalk- und Eisenkiesschalen bestehen.[1])

Die von Darapsky[2]) beschriebenen Chlorlithionquellen der **Valle del Cachapoal** in der Kordillere von Rancagua in Chile, welche bei einer Temperatur von 61° 8,201 g Salze im Liter führen, enthalten in ihren vorzugsweise aus Kalktuff bestehenden Absätzen auch Blei- und Baryumsulfat.

Die heißen Quellen **Steamboat Springs**[3]) liegen etwa 10 km vom Comstock Lode entfernt und haben wegen ihrer metallhaltigen Absätze, unter denen sich hauptsächlich Zinnober befindet, eine gewisse Berühmtheit erlangt. Die an den Steamboat Springs auftretenden Gesteine haben alle Ähnlichkeit mit denen um den Comstock Lode, und die Quellenspalte hier soll dem Erzgang dort parallel sein. Nur z. T. brechen noch heiße Quellen hervor; größtenteils sind an ihre Stelle Gasausströmungen, vor allem von Wasserdampf, getreten. Man hat ehedem die Quellabsätze auf Quecksilber verarbeitet. Das Grundgebirge besteht aus Granit, darüber ruhen steil aufgerichtete metamorphe Schichten nicht näher bekannten Alters. Auf diesen liegen Andesite und als jüngste Bildung Basalt, dessen Masse manchmal nur ein paar Meter dick ist. Die heutigen Quellen sind auf eine Erstreckung von etwa 1,5 km über Spalten angeordnet, die Ausflußstelle der Wässer ist häufig von Sinter umgeben; die Bildung desselben findet sehr schnell statt, und die Quellen verschwinden, wenn ihre Öffnung dadurch verdeckt wird. Die Dicke der Quellabsätze mag höchstens 50 Fuß erreichen; in der ganzen Umgebung sind Spuren alter Quellen verbreitet.

Die Wässer sind beladen mit Schwefelwasserstoff, Kohlensäure und schwefeliger Säure, welche nebst Wasserdampf aus den Spalten entweichen. Kohlenwasserstoffe haben sich nicht nachweisen lassen. Sinterproben von einer alten Quellenspalte, die weder Dampf noch Wasser förderte, ergaben nach Becker folgende Metallgehalte:

	I.	II.
Gewicht der untersuchten Proben . . .	1021 g	3403 g
Gold	0,0009 „	0,0034 „
Silber	0,0003 „	0,0012 „
Zinnober	0,0014 „	0,0070 „
Bleisulfid	0,0899 „	0,0720 „
Kupfersulfid	0,0064 „	0,0424 „
Antimon- und Arsensulfid	—	78,038 „
Eisenoxyd	—	3,5924 „

Der Sinter war ziegelrot gefärbt durch Metastibnit (amorphes Antimonsulfid Sb_2S_3) und enthielt außer den angeführten Bestandteilen noch Spuren von Aluminium, Mangan, Zink, Kobalt, Nickel, Kalk, Magnesia, Lithion, Natron, Kali und Sulfaten. Der Kieselsinter besteht aus Chalcedon; drei Untersuchungen ergaben für denselben nur Wassergehalte von 0,72, 3,77 und 0,67 %. Schwefel kommt an den Steamboat Springs nur in ganz geringen Mengen vor, und auch

[1]) Daubrée, Experimental-Geologie, 71.

[2]) Las termas litiníferas del Valle del Cachapoal; Revista de Marina, V, No. 27, Valparaiso 1887; Ref. im N. Jahrb., 1889, I, —444—.

[3]) Laur, Du gisement et de l'exploitation de l'or en Californie; Ann. d. min. (6), III, 1863, 423—426. — Phillips, A contribution to the history of mineral veins; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXV, 1879, 390—396; Ref. N. Jahrb., 1880, II, 332. — Becker, Geology of the quicksilver deposits of the Pacific Slope; U. St. Geol. Surv. Mon., XIII, 1888, 331—353.

als Zinnoberlagerstätte hat der Ort nur noch wissenschaftliches Interesse. Die Hauptmasse des Quecksilbererzes ist im Granit und dort erst eingewandert, als der letztere durch heiße Quellen schon umgewandelt worden war.

Das Wasser zu Steamboat Springs enthält nur eben nachweisbare Spuren von Quecksilber, dagegen so merkliche Mengen von Antimon- und Arsensulfid, daß diese sich schon bei der Abfüllung des Thermalwassers (von 75—84,5° C.) infolge der Abkühlung als roter Beschlag in den Röhren bemerkbar machten. Immerhin betrug dieser Niederschlag bei der Durchleitung von 118 l Wasser nur 0,009 g. Das Thermalbecken, welchem die analysierten Proben entnommen waren, war klein, und Becker glaubt deshalb annehmen zu dürfen, daß darin eine Oxydation der gelösten Salze stattgefunden habe. Von nachstehenden Tabellen gibt I die gefundene Zusammensetzung der in Steamboat Springs gelösten Salze wieder, während II ihren vermutlichen ursprünglichen Bestand vor der Oxydation angibt. 10 l Wasser enthielten:

I.		II.	
SiO_2	3,1065 g	$FeCO_3$	0,0029 g
CO_2	1,7759 „	$MgCO_3$	0,0099 „
B_2O_3	2,1741 „	$CaCO_3$	0,1577 „
SO_3	1,0389 „	$Ca_3(PO_4)_2$	0,0137 „
SO_2	0,0307 „	KCl	1,9735 „
S in Sulfosalzen	0,0327 „	Li_2SO_4	0,5650 „
H_2S	0,0055 „	$NaCl$	14,1475 „
Cl	9,5243 „	$NaHS$	0,0358 „
Sb_2O_3	0,0051 „	Na_2SO_4	1,1147 „
As_2O_3	0,0357 „	$NaHCO_3$	2,9023 „
P_2O_5	0,0063 „	Na_2CO_3	0,4314 „
HgS	Spur	$Na_2B_4O_7$	3,1368 „
Al_2O_3	0,0025 „	$Na_2Si_4O_9$	3,9090 „
FeO	0,0018 „	Na_3SbS_3	0,0100 „
CaO	0,0958 „	Na_3AsS_3	0,0866 „
MgO	0,0047 „	Al_2O_3	0,0025 „
Na_2O	9,1929 „	$HgS . nNa_2S$	Spur
Li_2O	0,1541 „		
K_2O	1,2460 „		
Cs_2O, Rb_2O	Spur		

Einen gold- und silberführenden quarzigen Quellsinter, der zahlreiche Pflanzenspuren enthält, erwähnt Lindgren aus der Gegend von De Lamar in Idaho.[1])

Viel besprochen[2]) und als ein Beispiel einer noch jetzt sich bildenden Lagerstätte häufig zitiert sind die Dampfexhalationen und heißen Quellen, welche die früher abgebauten Quecksilberlagerstätten von Sulphur banks in Californien begleiten (S. 911). Die unmittelbare Deutung der dortigen Phänomene wird deshalb schwer, weil die heute dort hervorbrechenden Wässer kein Quecksilber enthalten, was damit erklärt wird, daß dasselbe schon in der Teufe ausgeschieden worden sei, und die bis an die Oberfläche gelangenden Gase und Wässer überhaupt nur noch zur Bildung von freiem Schwefel ohne Zinnober den Anlaß geben könnten. Tatsächlich besteht die Lagerstätte in der Tiefe aus Quecksilbererz, innerhalb des zutage liegenden, stark zersetzten Gesteins aber führt sie nur Schwefel.

[1]) The gold and silver veins of Silver City, De Lamar and other mining districts in Idaho; XX. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part. III, 1898—1899, bes. 187.

[2]) Siehe die S. 910 zitierte Literatur und die Referate; N. Jahrb., 1880, II, — 331—336 —.



Absätze von Auripigment samt Realgar sind mit Kieselsinter im Noris Geysir-Basin (Yellowstone-Park) beobachtet worden. [1])

Nach Weed[2]) sollen die bis zu 75° warmen Boulder Hot Springs nordöstlich von Butte in Montana in dem Granit, der in der Umgebung Silbererzgänge führt und von zahlreichen tauben Quarzgängen durchsetzt ist, Absätze von Kieselsäure, Kalk und Zeolithen erzeugt haben, in welchen sich geringe Mengen von Gold und Silber nachweisen ließen. Als ihre Absätze betrachtet er bis zu mehrere Fuß mächtige Spaltenfüllungen, die an der Oberfläche wie Quarzgänge auswittern. Ihre Struktur ist manchmal eine lagenförmige, und auch das Vorkommen von Nebengesteinsbruchstücken in den Absätzen erinnert an eine Gangfüllung. Die Kieselsäure ist ein durch Eisen gefärbter Jaspis oder Chalcedon, aber auch Opal, der Zeolith wird als Stilbit bezeichnet. Der Granit hat in der Umgebung der Quellspalten starke Veränderungen erfahren: da die Wässer kohlensäurehaltig sind, haben sie den Orthoklas und Plagioklas des Gesteins zersetzt und kaolinisiert, letzteres z. T. auch serizitisiert. Die nachweisbaren Metallgehalte sind folgende (pro 1000 kg):

	Au	Ag
Weiße kalkhaltige Gangmasse	1,5 g	12 g
Veränderter Granit längs der Gänge . .	Spur	12 „
Jaspisartige Gangfüllung	Spur	1,5 „

Daneben Spuren von Kupfer im zersetzten Granit.

Über das Vorkommen von Zinnober an den heißen Quellen von Ohaeawai auf Neuseeland hat Griffiths[3]) berichtet.

Im Vergleich zu der weiten Verbreitung der Erzgänge ist die Zahl der bis heute bekannten metallführenden Sinterbildungen und sonstigen Quellabsätze eine sehr geringe, und es darf keineswegs gesagt werden, daß letztere und erstere Analoga seien. Aber der Erzabsatz in der Tiefe der Erzgänge ist ein plutonischer Vorgang, der Erguß der Thermalwässer eine vulkanische Begleiterscheinung. Quellsinter und Erzgang könnten sich demnach etwa wie ein Effusivgestein zu einem plutonischen Massengestein verhalten. Freilich ist es keineswegs erwiesen, daß es die mit schwachen Metallspuren beladenen, zutage tretenden Thermalwässer sind, welche in der Tiefe die mächtigen Erzgänge gebildet haben oder noch bilden.

Schließlich soll noch erwähnt werden, daß verschiedentlich auf Erzgängen auch heiße Quellen angefahren worden sind, wenn dieser Tatsache auch keine unmittelbare Beweiskraft innewohnt, um so weniger, als ihre Zusammensetzung kaum Beziehungen zur metallischen Füllung der Gänge hat erkennen lassen. [4])

[1]) Weed and Pirsson, Occurrence of sulphur, orpiment and realgar in the Yellowstone National Park; Am. Journ. of Science, XLII, 401—405; Ref. N. Jahrb., 1894, I, — 59 —.

[2]) Mineral vein formation at Boulder Hot Springs, Montana; XXI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1899—1900, 233—255.

[3]) Griffiths, The Ohaeawai quicksilver deposits; Transact. New Zealand Inst. Min. Eng., 1898, II, 48; zitiert von Park, Ore deposits in relation to thermal activity; Eng. Min. Journ., LXXIX, 1905, 606—607.

[4]) Schon C. Lehmann zitiert 1699 folgende Worte des Mathesius: „Unser Herr Gott ist ein weiser Hausvater. Weil er dann weiß, daß arme Bergleute in Gruben und Hütten viel böses Wetter, koblichten Stank, kalte Dämpfe, feuchten Brodem und giftigen Rauch in sich ziehen, pfleget er neben die Bergwerke gemeiniglich eine eigene Apotheke anzurichten, damit die Bergleute eine Bergarznei hätten wieder die Lähme und verschleimte Lunge, erkältete Mägen und verlähmte Glieder und was der

Da die Mineralquellen meistens Nachwirkungen ehemaliger vulkanischer Tätigkeit sind, und da auch Erzgänge in zahlreichen Gegenden in unzweifelhaftem Zusammenhang mit ehemaligen Gesteinsergüssen stehen, so liegt nichts Auffälliges darin, wenn beide Erscheinungen einander häufig eng benachbart sind. So schreibt Harada[1]) über die japanischen Erzgänge: „Die meisten Gänge unseres Landes treten in Thermal- und Eruptivgebieten auf, sie setzen mit wenigen Ausnahmen bloß in Eruptivgesteinen oder deren Tuffen auf. Die in tertiären Andesittuffen aufsetzenden Silbererzgänge von Yunosawa an der Grenze von Mutsu und Ugo im Norden von Hondo liegen an einer meridional verlaufenden Thermalspalte, längs welcher an 4—5 Punkten heiße Quellen hervortreten. Man ist beim Abbau auf zwei warme Quellen gestoßen, deren hohe Temperatur die Arbeit sehr erschwert. Ob diese Thermen längs der Gangflächen emporsteigen, darüber waren bis dahin noch keine sicheren Mitteilungen zu erhalten. Jedenfalls spricht dieser Fall und überhaupt die ganze Art und Weise der örtlichen Verteilung der japanischen Gangdistrikte dafür, daß die Bildung der Erzgänge wohl in den meisten Fällen auf Thermentätigkeit zurückzuführen ist."

Für Toskana findet Lotti,[2]) daß die Thermen samt den Gasquellen, Quecksilber- und Antimonlagerstätten und Travertinablagerungen auf einer NW.—SO. gerichteten, der Küste und der Faltenbildung des Gebirges parallelen Linie liegen; diese steht wohl im Zusammenhang mit Brüchen, welche in der ersten Periode der Quartärzeit entstanden, als die Senkung des thyrrhenischen Massivs sich vollzog und die Trachyte von Montecatini, Roccastrada und dem Monte Amiata hervorbrachen. Ferner sei erinnert an die Mineralquellen und Dampfexhalationen des ungarischen und des siebenbürgischen Erzgebirges.

Im folgenden mögen einzelne Beispiele solcher auf den Gängen selbst einbrechender Quellen angeführt werden.

Über die auf den Freiberger Gruben angefahrenen Mineralwässer haben Lampadius, H. Müller, v. Warnsdorf und Reich verschiedene Mitteilungen gemacht. Auf dem Clementinespatgang der Grube Alte Hoffnung Erbstolln zu Schönborn brachen wiederholt Mineralwässer ein. Nachstehend sei deren Zusammensetzung nach Analysen von Lampadius[3]) (1835) und H. Schulze[4]) (1880) mitgeteilt:

Bergsucht und Beschwerungen mehr sind," und bemerkt dazu: „Sind also solche Wild- und warme Bäder recht wunderwürdige Extrakta und Tinkturen der gütigen Natur und zu Tag ausbrechende Bergguhren, in welchen das subtilste und flüchtigste von Erzgängen solviert und dem Wasser heilsam einverleibt ist." — Historischer Schauplatz der natürlichen Merkwürdigkeiten in dem Meißnischen Ober-Erzgebirge. Leipzig, 1699, 209—210.

[1]) Brief an Stelzner vom 29. Dez. 1889.

[2]) Die geologischen Verhältnisse der Thermalquellen im toskanischen Erzgebirge; Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 372—378.

[3]) Fortgesetzte Beiträge zur näheren Kenntnis der Quellwässer des sächsischen Erzgebirges, sowie der atmosphärischen Wässer; Journ. f. prakt. Chemie, VI, 1835, 365—370.

[4]) Bei H. Müller, Beiträge zur Kenntnis der Mineralquellen und Stollnwässer Freiberger Gruben; Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenw. im Kgr. Sachsen, 1885, 185—188. — Neben Daubrée hat H. Müller zuerst eingehender „Beziehungen zwischen Mineralquellen und Erzgängen" erörtert; Gangstudien, III, 1860, 260—308. — Siehe übrigens auch bei v. Beust, Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, 1840, 133—134.



	1835	1880
$NaCl$	0,6072	13,4240
$LiCl$	—	0,1560
K_2SO_4	—	0,2990
Na_2SO_4	1,0434	0,7593
$CaSO_4$	—	3,8194
Na_2CO_3	0,8202	—
$CaH_2(CO_3)_2$	0,6773	0,8821
$MgH_2(CO_3)_2$	0,2910	1,3142
$FeH_2(CO_3)_2$	0,2724	0,0096
SiO_2	—	0,1790
	3,7115	20,8426 g in 10 l.

Die Temperatur der Quelle von 1835 war 12,5°, für 1880 wird sie nicht angegeben. Diese Wässer waren schwache Säuerlinge.

Im Jahre 1821 wurde mit dem 4. Gezeugstreckenort auf dem Ludwigspat auf Churprinz Friedrich August Erbstolln etwa 160 m unter Tage eine Quelle erschroten, welche sechs Jahre hindurch zwischen 25,74 und 26,06° zeigte. Reich[1]) hat über dieselbe eingehend berichtet, und Lampadius[2]) hat folgende Zusammensetzung ermittelt:

Na_2SO_4	0,0262 %	$CaCO_3$	0,0025 %
Na_2CO_3	0,0228 „	$MgCO_3$	0,0015 „
$NaCl$	0,0184 „	SiO_2	0,0014 „

Außerdem Spuren von Fe_2O_3, organischer Substanz und kieselsaurem Natron. An Gasen enthielt das Wasser Luft und Kohlensäure. Lithium konnte nicht nachgewiesen werden. Die Summe der festen Bestandteile betrug 0,0736 %.

Anfangs April 1864 wurde gelegentlich des Betriebes des Rothschönberger Stollns bei dem unweit der Beihülfe gelegenen 7. Lichtloch, 130—140 m unter Tage, eine etwa 20° warme Quelle erschroten, welche in der Minute 40 Kubikfuß Wasser lieferte und alsbald eine beträchtliche Temperaturerhöhung im Stolln — dessen Wässer 9° zeigten — hervorbrachte. Wahrscheinlich war die Quelle ursprünglich noch wärmer und durch zusinkende Stollnwässer abgekühlt worden.[3]) Reich fand folgende Zusammensetzung des Abdampfungsrückstandes:

Na_2SO_4	0,0040 %
$NaCl$	0,0028 „
Na_2CO_3	0,0033 „
$CaCO_3$	0,0098 „
$MgCO_3$	0,0011 „
	0,0210 %
Dazu Verlust:	0,0035 „
Feste Bestandteile:	0,0245 %.

Spuren von Lithion waren nachweisbar.

[1]) Beobachtungen über die Temperatur des Gesteins in verschiedenen Tiefen in den Gruben des sächsischen Erzgebirgs in den Jahren 1830—1832; Freiberg, 1834, 153—174.

[2]) Ebenda 163—174.

[3]) v. Warnsdorf, Über eine mit dem Rotschönberger Stolln erschrotene warme Quelle; Berg- und Hüttenm. Ztg., XIX, 1865, 109.



Um einige weitere Beispiele aus Sachsen zu nennen, so entspringt die Quelle des Warmbads Wolkenstein[1]) auf dem Eisensteingang Neugeboren Kindlein, der alkalische Säuerling von Wiesenbad[2]) bei Annaberg auf einem Gang mit Quarz, Hornstein, Amethyst und etwas Rot- und Brauneisenerz. Zu Joachimsthal in Böhmen sind von 1864—1870 warme Wässer mit bis 28° in die Baue eingebrochen.[3]) Babanek teilt folgende Analysen mit; es enthält das Liter Wasser:

SiO_2	0,0334 g	0,0326 g	0,0256 g
SO_3	0,0069 „	0,0404 „	0,1753 „
Geb. CO_2	0,1440 „	0,1223 „	0,1365 „
As_2O_5	—	Spur	0,0222 „
P_2O_5	Spur	Spur	Spur
Cl	0,0023 „	0,0026 „	Spur
K_2O	0,0092 „	0,0065 „	0,0205 „
Na_2O	0,1436 „	0,1149 „	0,1080 „
CaO	0,0371 „	0,0590 „	0,1261 „
MgO	0,0119 „	0,0131 „	0,0519 „
FeO	0,00056 „	0,0008 „	0,0007 „
Org. Subst.	0,0060 „	0,0143 „	0,0035 „

Daubrée[4]) bringt auch die Thermen von Karlsbad und Marienbad und manche anderen in Frankreich usw. mit Erzgängen in Zusammenhang. Eine Mineralquelle ist auf dem Friedrich-Christian- und Herrensegengang südlich von Rippoldsau im Schwarzwald[5]) angefahren worden. Nach Gümbel[6]) brechen die Stebener Säuerlinge auf Erzgängen hervor.

Auf der Kupfergrube von Boccheggiano[7]) bei Massa Marittima sind im Jahre 1900 370 m unter Tage zwei warme Quellen angefahren worden, welche den Betrieb sehr behinderten. Sie zeigten nach Fresenius folgende Zusammensetzung:

	I. Temperatur 40,6°	II. Temperatur 36—38°
CaO	0,2718 g	0,4894 g im Liter
MgO	0,0271 „	0,0567 „ „ „
FeO	0,0035 „	0,2826 „ „ „
K_2O	0,0288 „	0,0328 „ „ „
Na_2O	0,0060 „	0,0075 „ „ „
SO_3	0,3100 „	1,1202 „ „ „
B_2O_3	0,0073 „	0,0164 „ „ „
CO_2, an neutrale Karbonate gebunden	0,0771 „	0,0020 „ „ „
Cl	0,0179 „	0,0191 „ „ „
SiO_2	0,0232 „	0,0302 „ „ „
	0,7727 g	2,0569 g im Liter
ab Sauerstoff für Chlor:	0,0040 „	0,0043 „ „ „
	0,7687 g	2,0526 g im Liter

[1]) H. Müller, Gangstudien, III, 290—291. — Schalch, Erl. z. Sektion Marienberg der geol. Spezialkarte von Sachsen, 68. — H. Müller, Berg- u. Hüttenm. Ztg., XX, 1861, 187.

[2]) H. Müller, Gangstudien, III, 289—290. — Schalch, l. c. 67—68.

[3]) Weselsky, Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XVIII, 1870, 185—190. — Babanek, Über die Erzführung der Joachimsthaler Gänge; ebenda XXXII, 1884, 23.

[4]) Eaux souterraines, I, 280—289.

[5]) Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, I. 1882, 84.

[6]) Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, 409.

[7]) Briefliche Mitteilung von Herrn Direktor Marengo an Bergeat, 1900.

Von Interesse ist hier der Gehalt an Borsäure, der mit der großen Nähe der Borsäurefumarolen von Sasso usw. in Zusammenhang gebracht werden kann. In Cornwall[1]) hat der Bergbau verschiedentlich auf den Erzgängen heiße Quellen erschroten. So fand man in einer Grube bei Redruth in etwa 500 m Teufe eine Quelle mit 50° Wärme, deren Wasser als so außerordentlich reich an Lithium bezeichnet wurde, daß man täglich 800 Pfd. Chlorlithium daraus darstellen könne. Endlich sei daran erinnert, wie sehr der Bergbau im Comstock Lode infolge heißer Quellen zu leiden hatte. In Teufen von 800 m hatten diese eine Temperatur von 70—80°. Die Wasserhaltung der Grube hatte alljährlich 4200000 cbm Wasser mit einer Durchschnittstemperatur von 58° zu heben.[2]) Es enthielt vorzugsweise Gips und Kalikarbonat, geringe Mengen von Kieselsäure und Chlornatrium, mitunter auch Natronkarbonat, seltener Magnesiumkarbonat und -Sulfat, spurenweise Tonerde und Eisen und wahrscheinlich auch freie Kohlensäure. Nach Churchs Ansicht kann also nicht die Zerstörung von Sulfiden die Ursache der Wärmeentwickelung sein; er sucht dieselbe auch nicht in der Tiefe als Wärmeherd, sondern in der Umwandlung des Feldspats zu Kaolin.

* Die soeben aufgezählten Beispiele von Quellen, welche auf den Erzgängen einbrechen, sind sicherlich an und für sich kein unmittelbarer und nicht der überzeugendste Beweis für die Aszensionstheorie. Man könnte aber doch in manchen von ihnen, um so mehr, wenn es sich um Thermalwässer handelt, die letzten Anzeichen einer ehemals intensiveren thermalen Tätigkeit erblicken, welche sich hier abspielte, als die Gangspalten noch viel tiefer unter der Oberfläche ruhten. Daß Thermalquellen nur noch selten auf Gängen angetroffen werden, könnte damit begründet werden, daß sie schon längst versiegt oder ihre Zufuhrskanäle verstopft seien. Der theoretische Wert der Tatsachen, daß manche Thermen Spuren von Metallen führen und daß auf Gangspalten oder in deren Nähe Mineralwässer emporsteigen und durch den Bergbau gerade hier erschlossen worden sind, darf aber keinesfalls so überschätzt werden, wie es von jeher geschieht. Es ist zu bedenken, daß der Metallgehalt mancher Quellen von älteren Gängen herrühren könnte. So gewagt es wäre, Thermen, die heute aus einem granitischen Untergrund emporsteigen, als eine Nachwirkung der in der Karbonzeit erfolgten Granitintrusion zu erklären, so wenig kann z. B. dem Zusammenvorkommen von Gängen und Mineralquellen im Erzgebirge eine tiefere Bedeutung zugeschrieben werden; denn es ist sehr wahrscheinlich, daß die Bildung der meisten erzgebirgischen Gänge im Gefolge der Granitintrusionen vor sich ging, und durch nichts bestätigt, daß die Nachwirkungen dieser bis in die Jetztzeit andauern sollen. Solange ferner ein jugendliches Alter der im rheinischen Schiefergebirge aufsetzenden Gänge nicht erwiesen ist, wird man auch z. B. das Auftreten der Emser Quellen in der „meist tauben, z. T. Kupferkies führenden Verlängerung des Neuhoffnungstollenganges“[3]) nicht auf einen genetischen Zusammenhang zwischen Gang und Thermen deuten können. *

[1]) Phipson, Cosmos, XXV, 443. Danach in Dinglers pol. Journ., CLXXV, 1865, 246.

[2]) Eine wissenschaftliche Erörterung der Wärmeverhältnisse im Comstock lode gab Church, The heat of the Comstock Mines; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VII, 1879, 45—76.

[3]) Delkeskamp, Die Genesis der Thermalquellen von Ems usw.

Insofern sie nichts weiter behauptet, als daß die meisten Erzgänge durch von unten aufsteigende heiße Lösungen ausgefüllt worden sind, hat heute die Thermaltheorie die meisten Anhänger; sie dürfte so ziemlich allgemein anerkannt sein. Von den älteren Autoren haben sich schon zu ihr bekannt: Herder,[1] v. Beust,[2] v. Cotta,[3] Scheerer,[4] H. Müller, Bischof, Daubrée, v. Dechen,[5] Lossen,[6] Phillips,[7] Pošepný, Newberry u. a., entweder bezüglich der Erzgänge im allgemeinen oder in Hinsicht auf deren Gesamtheit oder wenigstens die Mehrzahl in größeren Gebieten. Man kann in den meisten Erzgängen, um mit einem von E. Sueß in anderem Sinne gebrauchten Ausdruck zu sprechen,[8] „versteinerte oder vererzte Quellen" erblicken.[9])

Die gangfüllenden Lösungen.

* Über die chemische Zusammensetzung der die Hohlräume füllenden Lösungen geben deren Absätze nur einen teilweisen Aufschluß. In manchen Fällen, wie z. B. bei den mineralogisch sehr mannigfach zusammengesetzten Gängen von Andreasberg, deren Ausfüllung eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Bildungsfolge der Mineralien erkennen läßt (S. 720), könnte es scheinen, als ob die Gangbildung unter allmählicher Erschöpfung einer Lösung vor sich gegangen sei, wobei es zu Andreasberg zuletzt noch zur Bildung der sonst auf Gängen nicht verbreiteten, teilweise alkalihaltigen Zeolithe kam. Zum mindesten aber

---

[1]) Der tiefe Meißner Erbstolln, 1838, Beil. VI, XCI—XCV. Mit ausführlicher, teilweise allerdings nicht ganz stichhaltiger Begründung.

[2]) Kritische Beleuchtung der Wernerschen Gangtheorie, 1840.

[3]) Erzlagerstätten, I, 1859, 184—187.

[4]) Die Gneuse des sächsischen Erzgebirges; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XIV, 1862, 23—150.

[5]) Die Bildung der Gänge; Verh. d. Naturh. Ver. der Rheinl. u. Westf., VII, 1850, 161—175, bes. 164.

[6]) Geologische und petrographische Beiträge zur Kenntnis des Harzes; Jahrb. d. preuß. geol. Landesanst., 1881, 1—50, bes. 47.

[7]) Ore deposits, 1884, 89.

[8]) Zukunft des Goldes, 1877, 95.

[9]) Stelzner selbst ist der Ansicht gewesen, daß der Stoffbestand der epigenetischen Lagerstätten, mit den geringen, oben durch Lateralsekretion erklärten Ausnahmen, der Barysphäre entstamme und daß enge Beziehungen zwischen der Gangbildung und dem Empordringen der Eruptivgesteine herrschten; als Beweis galten ihm die Kontaktlagerstätten und die allgemeinen geographischen Beziehungen zwischen vielen Gängen und Gebieten eruptiver Tätigkeit. Abgesehen von dem Abschnitte über „epigenetische Lagerstätten und Eruptivgesteine", der in solcher Ausführlichkeit bei Stelzner fehlt und neuere petrographische Anschauungen sowie Gedanken zum Ausdruck bringen soll, auf welche mich selbst die Durcharbeitung des Stoffes geführt hat, folgt das Kapitel über die Entstehung der epigenetischen Lagerstätten im ganzen der Stoffordnung und dem Inhalte des Stelznerschen Manuskripts. Auf gewisse, z. T. leicht erkennbare Erweiterungen konnte ich auch hier nicht verzichten. Es schien außerdem entsprechend der neuerdings durch Lindgren und Vogt versuchten chemischen Deutung der längs der Gänge erfolgten Nebengesteinsumwandlungen geboten, diese hier anschließend zu behandeln.

pflegen selbstverständlich in den jetzigen Gangräumen und Erzabsätzen ebenso wie die Mutterlaugen der ursprünglich beteiligten wässerigen Lösungen, so auch alle Gase, soweit sie nicht in die Mineralbildung eingegangen sind, zu fehlen.

Die mitunter oft wiederholte Wiederkehr gewisser Minerallagen in gebänderten Erzen macht es wahrscheinlich, daß die Gangfüllungen meistens nicht nach Art einer einfachen Auskristallisation aus einer sich allmählich erschöpfenden Lösung, sondern unter andauernder Ergänzung oder sogar einem Wechsel des gelösten Stoffvorrats stattfanden; für letzteren oder für eine erhebliche Änderung der den Mineralabsatz begleitenden physikalischen Bedingungen sprechen Pseudomorphosen und noch während der Gangfüllung sich ereignende Weglaugungen. Während neuerdings die Erstarrungsfolge der Silikate in Schmelzlösungen Gegenstand erfolgreicher chemisch-physikalischer Untersuchungen geworden ist, fehlt es bisher vollständig an ähnlichen über den Chemismus der Gangfüllungen. In den meisten Fällen würde sich ihnen allerdings die unvollständige Kenntnis der an den Reaktionen beteiligten Stoffe hinderlich in den Weg stellen; immerhin aber müßten Studien über paragenetisch mannigfache Gänge oder über solche, deren Mineralien eine Ausscheidung aus eutektischen Lösungen erkennen lassen, wertvolle Ergebnisse fördern.

Einen gewissen Aufschluß über die Natur und vor allem auch über den Grad der Reaktionsfähigkeit der erzabsetzenden Agentien könnten die durch sie erzeugten Umwandlungen des Nebengesteins erbringen. v. Groddeck[1]) war der erste, der nachdrücklicher auf die Bedeutung dahin gerichteter Untersuchungen aufmerksam gemacht und solche selbst vorgenommen hat; ihm folgten ausführlichere Studien Stelzners und neuerdings solche Lindgrens[2]) und Vogts. *

Verhältnismäßig selten ist überhaupt keine Veränderung des Nebengesteins erkennbar. Im allgemeinen ist dieses um so stärker verändert, je mächtiger der Gang ist, je länger der Vorgang der Spaltenfüllung dauerte und je komplizierter er war. Schon das Nebengestein feinster Klüfte und Spältchen ist häufig gebleicht und verfärbt durch die bloße Einwirkung zirkulierender Tagewässer. Um so intensiver ist die Einwirkung der bei der mineralischen Ausfüllung der Gänge beteiligten Agentien; sie breiten sich über alle Trümer, Klüftchen und Haarspältchen aus, welche die Gangspalte begleiten. War das Gestein als solches löslich, so wurde die Spalte zur Höhle erweitert oder das Gestein in ein anderes Mineralaggregat umgewandelt. In andern Fällen haben nur gewisse Mineralbestandteile des Gesteins eine Zerstörung erlitten oder sind in Pseudomorphosen übergeführt worden. Daß der Prozeß der Spaltenausfüllung wirklich die Ursache solcher Umwandlung gewesen ist, ergibt sich daraus, daß die letztere auf die nächste Nähe der Spalte beschränkt ist und sich in einiger

[1]) Erzlagerstättenlehre, 1879, 320.

[2]) Metasomatic processes in fissure veins; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 578—692. — Vogt, Problems in the geology of ore-deposits; ebenda XXXI, 1902, bes. 149—158. — Milch, Über Gesteinsumwandlung, hervorgerufen durch erzzuführende Prozesse (Beobachtungen an Gesteinen der Landschaft Ulu Rawas, Süd-Sumatra); N. Jahrb., Beil.-Bd. XVIII, 1904, 452—459.

Entfernung verliert, und daß dieselbe vielfach ganz anders verlaufen ist, als die durch die Tagewässer bedingte Verwitterung.

Im allgemeinen treten die Umwandlungsprodukte als lettige, tonige Massen, „gebräches" oder „aufgelöstes" Gestein in Erscheinung; unter diesen Namen bergen sich verschiedenartige, im ganzen nur wenig untersuchte Gebilde. Man spricht von einem Besteg, Lettenbesteg oder Ausschram, wenn die Salbänder von weicher, toniger Beschaffenheit sind.

Die Gesteinsumwandlungen können, entsprechend der Intensität des Prozesses, geschehen als

1. Neubildungen unter Substanzzufuhr,
2. Umlagerungen,
3. Auslaugungen, welche übrigens auch 1. und 2. zu begleiten pflegen.[1])

Der geringste Grad der Umwandlung besteht in geringfügigen Auslaugungen, welche die Festigkeit, die Farbe und den Glanz des Gesteins verändern, den Biotit und andere Silikate entfärben und zum Verlust von Bitumen und zu einer Bleichung führen.

1. Die intensivste Umwandlung des Nebengesteins findet längs der an Kalksteine gebundenen Kontaktlagerstätten statt (S. 1131) und besteht in einer Neubildung von Silikaten und Erzen, teils aus dem Bestand der Kalksteine selbst, teils unter Stoffzufuhr. Eine vollständig an Kontaktmetamorphose erinnernde Umwandlung eocäner Kalksteine ist längs der Kupfererzgänge von Massa Marittima zu beobachten (S. 819—820).

2. Die Turmalinisierung des Nebengesteins ist eine bezeichnende Begleiterscheinung der pneumatolytischen Entstehung sehr vieler Zinnerzgänge; sie ist eine Folge der Einwirkung bor- und fluorhaltiger Dämpfe und betrifft sowohl die Granite und sauren Ganggesteine wie die mehr oder weniger feldspatfreien Schiefer. Beispiele dafür sind in Sachsen die Vorkommnisse von Eibenstock (S. 930), in Cornwall St. Ives, der Great flat Lode (S. 940—941), der Pink-Gang (S. 939, Fig. 183, S. 942), Park of Mines (S. 943, Fig. 187). Mit der Turmalinisierung geht hier stets eine Imprägnation mit Zinnerz und eine Injektion von Quarz Hand in Hand. Turmalinführend ist nach Hussak auch das Nebengestein des Goldganges von Passagem (S. 958), nach Stelzner[2]) das Nebengestein der Turmalinkupfererzgänge von Los Condes.[3])

3. Die Topasierung ist gleichfalls ein pneumatolytischer, durch das Zutun von Flußsäure bewirkter Vorgang. Der Topas, $Al[Al(Fl_2, O)]SiO_4$, ist dabei ein Umwandlungsprodukt des Orthoklases, häufig begleitet von Turmalin und Zinnerz, oder ein Bestandteil des Greisens. Er nimmt mehr oder weniger

[1]) In Stelzners Manuskript (1894) sind folgende Umwandlungsprozesse erwähnt: Die Greisenbildung, Serizitisierung, Topasierung, Turmalinisierung, Propylitisierung, Kaolinisierung, Verkieselung und Dolomitisierung.

[2]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 45.

[3]) Zufolge eines reichen, soeben von Herrn Bergreferendar Bartels nach Clausthal gebrachten Untersuchungsmaterials scheint es, als ob auch die an Turmalin ganz besonders reichen Kupferkies-Spateisensteingänge von Rostoken in Ungarn ihr Nebengestein bis zu einem gewissen Grade turmalinisiert hätten.



Anteil an der Zusammensetzung des Zinnzwitters von Altenberg, Zinnwald, Geyer, Schlaggenwald, Cligga Head (S. 942), Irvinebank in Queensland usw. Das bemerkenswerteste Topasvorkommen ist dasjenige am Schneckenstein im Kontaktgebiete des Eibenstocker Turmalingranits.[1])

Er stellt den klippenförmigen, fast 24 m hohen Erosionsrest eines mit einer Reibungsbreccie von turmalinisierten Schieferbrocken erfüllten Ganges dar. „Die verkittende Mineralmasse besteht neben weißem Quarz in erster Linie aus weingelbem Topas, welcher sowohl ein körniges Zement als auch die bekannten, frei in die Hohlräume ragenden Kristalle bildet, ferner beteiligt sich daran schwarzer Turmalin in zarten Nädelchen, Zinnstein, der auf dem Quarz sitzt, namentlich aber noch Steinmark, welches auch pseudomorph nach Topas vorkommt. Der Topas beschränkt sich jedoch nicht auf Verkittung der Turmalinschieferbruchstücke, sondern drängt sich in die letzteren Fragmente derart ein, daß er einzelne Turmalinlagen derselben völlig ersetzt, so daß Topasquarzschiefer entsteht, bei dem die Topaslagen ihre Individuen oft weithin gleichförmig orientiert aufweisen.“ (Zirkel.) In der Umgebung des Schneckensteins sind auch gangförmige Quarzporphyre in ähnlicher Weise topasiert. Der zuerst von v. Groddeck beschriebene Topasfels vom Mount Bischoff in Tasmanien ist S. 951 besprochen worden.

4. Ungemein weit verbreitet ist eine Umwandlung des Nebengesteins in Serizit oder Muskovit. Sie findet sich neben den verschiedensten Gängen und betrifft sehr verschiedenartige Gesteine, so daß man annehmen darf, daß die dabei beteiligten chemischen Vorgänge gleichfalls verschiedene gewesen sind. Als Greisen bezeichnet man meist grobkörnige Gemenge von vorwaltendem Quarz und lichtem Glimmer, welche in ihrer bekanntesten Ausbildung die im Granit auftretenden Zinnerzgänge begleiten und dann u. a. gewöhnlich selbst mit Zinnerz, Topas, Turmalin usw. durchwachsen sind. Die allermeisten Zinnerzgänge sind von solchen „Zwitterzonen“ begleitet. Am besten studiert ist die Greisenbildung in den Zinnerzdistrikten von Altenberg, Zinnwald und Schlaggenwald, sie findet sich aber u. a. durchaus analog in Cornwall wieder (vergl. Fig. 185—186, S. 942). Mitunter ist der Orthoklas des Granits teilweise in Topas umgewandelt, im übrigen aber handelt es sich hauptsächlich um eine Zerlegung des sauren Feldspats in Kieselsäure, Kali und den basischeren Glimmer, die mittels folgenden Schemas gedeutet werden könnte:

$$3\,KAlSi_3O_8 + H_2O = KH_2Al_3(SiO_4)_3 + K_2O + 6\,SiO_2;$$

da viele Greisen Lithionglimmer führen, so wird offenbar bei der Umwandlung ein Teil des Kalis gegen zugeführtes Lithion ausgetauscht. Ebenso wird der Biotit des Gesteins in lichten Glimmer bezw. in den eisen-, lithion- und fluorhaltigen Zinnwaldit umgewandelt. Allein der Fluorgehalt der in manchen Greisen enthaltenen Glimmer weist hier auch auf das Zutun von Flußsäure hin. Die Bildung von Greisen ist längs der Turmalingold- und Turmalinkupfererzgänge Norwegens und Chiles zu beobachten und an den ersteren von Vogt studiert worden (S. 955). Sie begleitet ferner viele (oder alle?) in Granit aufsetzende Goldquarzgänge. Über die Beziehungen der Gänge von Beresowsk (S. 618), auf denen etwas Turmalin einbricht, zu den Goldturmalingängen war

[1]) Schröder, Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Sachsen, Sekt. Falkenstein, 1885, 40. — Zirkel, Petrographie, II, 1894, 121.



wiederholt die Rede. Der sogen. „Beresit“, das Nebengestein der dortigen Gänge, ist wahrscheinlich ein greisenartiges, großenteils aus Muskovit und Quarz bestehendes Umwandlungsprodukt der granitischen Gänge und außerordentlich intensiv mit Pyrit imprägniert. Ganz ähnliches gilt wohl für Kotschkar (S. 624), Rainy Lake (S. 594) und Treadwell (S. 594). Die Umwandlung von Augit- und Hornblendegesteinen in Quarz-, Serizit- und Karbonatgesteine längs der Goldgänge von Kalifornien, Idaho u. a. hat Lindgren beschrieben.

Mit der Greisenbildung ist weiterhin die Serizitbildung längs der im Gneis aufsetzenden Freiberger Gänge mehr oder weniger identisch. Stelzner[1]) hat darüber sorgfältige Untersuchungen angestellt. Neben dem Muskovit, der hier übrigens etwa 0,5 % SnO_2 enthält, treten darin als Neubildungen Quarzkriställchen und bald Rutil, bald Anatas auf, welch letztere jedenfalls aus der Zersetzung titanhaltigen Glimmers hervorgegangen sind; ferner fand sich Zinnerz. Letzteres ist vielleicht, wie die oft massenhaft vorhandenen, ringsum ausgebildeten Arsenkieskristalle, die samt Pyrit, Zinkblende und Bleiglanz dieses zersetzte Nebengestein imprägnieren, aus den Gängen eingewandert; indessen darf nicht übersehen werden, daß nach Kolbeck der Feldspat des grauen Gneises 0,02 % SnO_2 enthält. Als unveränderte Zersetzungsrückstände aus dem Gneis finden sich in beträchtlicher Menge Apatit und Zirkon. Aller ursprünglich vorhandene Quarz und Biotit sind dagegen verschwunden.

Daß manche bis dahin als Talkschiefer bezeichnete Nebengesteine von Erzgängen in Wirklichkeit serizitische Auslaugungsprodukte von Tonschiefern usw. sind, haben die Beobachtungen v. Groddecks[2]) nachgewiesen. Seine Untersuchungen erstreckten sich außer auf den oberharzer Gangtonschiefer, hauptsächlich auf den Gang von Holzappel (S. 772), der unter spitzem Winkel unterdevonische Grauwacken und Tonschiefer („blaues Gebirge“) durchsetzt und in serizitische Schiefer, „das weiße Gebirge“, umgewandelt hat. Außer sehr feinschuppigem Muskovit nehmen in untergeordneter Menge an der Zusammensetzung dieser Gesteine auch Karbonspäte und Quarz teil, der reichliche sekundäre Rutil zeigt teilweise die Form der Tonschiefernädelchen. Sehr bemerkenswert ist die gleichfalls schon von v. Groddeck erwiesene Tatsache, daß ein Teil des Holzappeler Serizitgesteines aus Diabas hervorgegangen ist. Auch der 4—30 m mächtige, von prächtigen Arsenkieskristallen durchwachsene „talkige Lagerschiefer“ von Mitterberg in Salzburg, der „Falkenschiefer“ von Kitzbühel usw. sind nach v. Groddeck Serizitschiefer; er glaubte, daß solche Gesteine immer nur an Lagergänge gebunden seien und hielt es daher für nicht unmöglich, daß auch das Kieslager von Agordo, das sich gleichfalls in einer serizitischen Modifikation des umgebenden Tonschiefers findet, ein solcher sei (S. 281). Die unveränderten Tonschiefer der genannten Vorkommnisse sind den Umwandlungsprodukten ähnlich, enthalten aber noch kohlige oder graphitische Bestandteile

[1]) Studien über Freiberger Gneise und ihre Verwitterungsprodukte; N. Jahrb., 1884, I, 271—275.

[2]) Zur Kenntnis einiger Sericitgesteine, welche neben und in Erzlagerstätten auftreten; N. Jahrb., II. Beil.-Bd., 1882, 72—138. — Ders., Studien über Thonschiefer, Gangthonschiefer und Serizitschiefer; Jahrb. preuß. geol. Landesanst., 1885, 1—52.

und wasserhaltige Silikate, in deren Wegführung nach v. Groddeck die Umwandlung hauptsächlich besteht. Lindgren hat darauf aufmerksam gemacht, daß auch viele als Kaolin bezeichnete Umwandlungsprodukte aus Serizit bestehen dürften und ebenso scheint es, als ob die mit allerlei Namen belegten Produkte, welche die Salbänder mancher Antimonitgänge begleiten, Muskovit sein könnten.

5. Eine besonders längs der an Propylite gebundenen Goldsilbererzgänge zu beobachtende Erscheinung ist die Kaolinisierung. Sie ist im übrigen häufig sicherlich im Zusammenhang mit der Verwitterung der Sulfide, insbesondere des Schwefelkieses vor sich gegangen, wie z. B. zu Broken Hill; wo sie unter dem Grundwasserspiegel und neben frischen Erzen auftritt, muß sie aber zweifellos zu der Ansiedelung dieser selbst in Beziehung gebracht werden. Der Kaolin ist dann gewöhnlich selbst imprägniert mit Erz, vor allem mit Schwefelkies, und häufig verkieselt. Sein Muttermineral ist vorzugsweise der Feldspat; unter der Annahme des Zutuns von Kohlensäure, auf welche oft das Vorkommen von Karbonspäten hinweist, pflegt man die Entstehung des Minerals durch folgendes Schema darzustellen:

$$2\,KAlSi_3O_8 + CO_2 + 2\,H_2O = Al_2H_4Si_2O_9\,(\text{Kaolin}) + K_2CO_3 + 4\,SiO_2.$$

Die Kaolinisierung unterscheidet sich demnach von der Umwandlung des Feldspats in Serizit durch eine vollständigere Auslaugung des Kalis und eine geringere Wegfuhr von Kieselsäure und ist ein Hydratisierungsprozeß. Sie betrifft nicht allein die Feldspäte, sondern auch eisen-, magnesia- und kalkhaltige Tonerdesilikate, wie Hornblende und Pyroxen. Kolbeck[1]) hat den kaolinisierten, das Nebengestein der Nagyáger Gänge bildenden Dazit (Quarzpropylit) untersucht und gefunden, daß das Umwandlungsprodukt zwar Kaolin ist, indessen noch 3,73 % K_2O enthält, was vielleicht auf die Beteiligung von Muskovit schließen läßt. Als Zersetzungsrückstände sind Zirkonkriställchen, Quarz und Apatit, als Neubildung Anatase und Schwerspat zu bemerken.

6. Eine Verkieselung (Silizifizierung) kann dadurch vor sich gehen, daß durch Auslaugung und gleichzeitige Kaolinisierung einem Gesteine die Alkalien, Kalk, Magnesia und Eisen entzogen werden, während gleichzeitig die Kieselsäure eine Umlagerung erfährt. Solche aus Basalt hervorgegangene Massen finden sich an der Westküste von Lipari in einem Gebiete ehemaliger Fumarolentätigkeit; sie sind steingutartig und eine Analyse Mattirolos[2]) ergab 79,53 SiO_2, 13,30 Al_2O_3, 0,59 CaO, 6,44 Glühverlust. Durch eine Umlagerung der Kieselsäure werden Sandsteine zu Quarzit. Eine andere Art der Verkieselung besteht in einer Zufuhr von Kieselsäure von Spalten aus. Nach Sandberger ist der tonige Buntsandstein, in welchem die kupfer- und barytführenden Gänge von Neubulach unweit Calw aufsetzen, nicht nur unmittelbar neben dem Gang, sondern sogar noch 1 m davon entfernt so vollständig mit Quarz imprägniert, daß er als Straßenmaterial gebrochen wird. Die Gold-Tellurklüfte im Maria-

[1]) Untersuchungen über die Zersetzung des Quarztrachyts neben den Golderzgängen von Nagyág; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVI, 1888, 25—27.

[2]) Cortese e Sabatini, Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie; Mem. descr. Cart. geol. d'Italia, VII, 1892, 38—42. — Bergeat, Die äolischen Inseln, 1899, 123.



Lorettobergbau zu Faczebáj in Siebenbürgen[1]) haben ihr Nebengestein in einen festen, oft homogen erscheinenden, zellig-drusigen Hornstein mit Schnürchen von Eisenkies umgewandelt. Diese Verkieselung zeigt sich nicht nur da, wo die Erzklüfte selbst edel und mächtig sind, sondern auch dort, wo sie sich bis auf eine kaum merkbare Gesteinskluft verdrücken. Sehr häufig sind auch Verkieselungen des Kalksteins in metasomatischen Lagerstätten, wie z. B. in Missouri, und bekanntlich haben manche Kalksteine, wie der Stringocephalenkalk bei Greifenstein in der Gegend von Wetzlar, eine so intensive Verquarzung erfahren, daß sie zunächst für Quarzite, Hornsteine oder Kieselschiefer gehalten worden sind.

Eine Verkieselung des Nebengesteins begleitet manche Goldsilbererzgänge, die Tellurgoldgänge, die Kupfererzgänge von Butte, die Zinnobererzlagerstätten von Kalifornien und Avala; sie führt hier wirklich zur fast gänzlichen Verdrängung des Propylits, des Granits, der Grünsteine oder Serpentine, von denen noch gewisse schwer zerstörbare Bestandteile, wie Zirkon, Apatit oder Chromit erhalten bleiben. Die Verdrängung des Nebengesteins geht häufig von nur ganz schwachen Gangspalten aus und der metasomatisch angesiedelte Quarz ist dabei der Erzträger, so daß man besonders in Amerika oft mit Recht den Unterschied zwischen diesen verquarzten und vererzten Gesteinszonen und den eigentlichen Spaltenfüllungen betont hat; den ersteren fehlt selbstverständlich ein Salband und sie können allmähliche Übergänge in das taube Nebengestein zeigen. Hills hat wohl zuerst diese Nebengesteinsumwandlung an den Golderzgängen von Summit in Colorado geschildert (S. 681). Sie spielt eine sehr bedeutende Rolle im Gangdistrikt von Cripple Creek, wo die Tellurgoldgänge ganz allgemein solche Verkieselungszonen innerhalb verschiedener Gesteine sind und die Verdrängung der letzteren, wie die reichliche Anwesenheit von Flußspat erkennen läßt, möglicherweise durch das Zutun von Flußsäure gefördert worden ist (Fig. 151 und 152, S. 643).

7. Die Dolomitisation ist als ein allverbreitetes Phänomen neben den in Kalkstein aufsetzenden metasomatischen Lagerstätten schon früher erwähnt worden.

8. Eine Zeolithbildung begleitet die Kupfererzlagerstätten am oberen See und zu Monte Catini in Toskana. Auf die von Vogt genauer beschriebene Umwandlung von Gabbro in Skapolith usw. längs der Apatit-Rutilgänge Norwegens kann hier kurz hingewiesen werden (s. S. 962); sie ist nach Vogt hauptsächlich durch Zufuhr von NaCl zu erklären.

* Als ein den vorigen Prozessen völlig analoges Phänomen wird ganz allgemein, aber scheinbar mit Unrecht, die sogen. Propylitisierung betrachtet. Im Jahre 1860 hatte v. Richthofen die „Grünsteintrachyte", welche in so vielen Gegenden das Nebengestein der Goldsilbererzgänge bilden, von den normalen „grauen Trachyten" unterschieden. Wenige Jahre später bezeichnete er sie als die Propylite (προπύλαιον, die Vorhalle), weil er sie für primäre Gesteine hielt, welche die Gesteinsreihe der jüngeren Eruptionen in Ungarn und Amerika eingeleitet hätten. Wie spätere Untersuchungen ergeben haben, ge-

[1]) Grimm, Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, 129—130.



hören zu den Propyliten Gesteine von verschiedenem Säuregrad, quarzführende und quarzfreie, und sie stellen wohl fast nur Gesteine der Andesitgruppe dar, deren Plagioklas, Hornblende und Augit zunächst eine solche Umwandlung erfahren haben, die im ganzen weder einer normalen Verwitterung, noch einer Beeinflussung seitens Erzgängen entspricht. Die in den Andesiten und Daziten auftretende braune Hornblende fehlt, sie ist in Chlorit und Epidot, der Pyroxen durch das Zwischenstadium der Uralitisierung in Chlorit, der Feldspat in Epidot und Quarz umgewandelt; aus dem Magnetit ist mehr oder weniger Pyrit geworden. Den propylitischen Gesteinen fehlt die glasige Grundmasse, im Gegensatz zu den typischen Daziten finden sich in Quarzen der Quarzpropylite Flüssigkeitseinschlüsse.

Auf diese Kennzeichen und auf gewisse strukturelle Merkmale hin hat Zirkel[1]) eine Sondernatur der Propylite gegenüber den normalen Daziten und Andesiten behauptet, von denen sie sich schon äußerlich durch die Farbe unterscheiden. Rosenbusch[2]) hat die petrographische Selbständigkeit des Propylits bestritten, nachdem schon vorher im Washoe-Gebiete in Nevada (am Comstock Lode) durch G. F. Becker, Iddings und Hague seine geologische Selbständigkeit im Sinne v. Richthofens verneint worden war; nach ihm ist der Propylit nur eine krankhafte („pathologische“), durch H_2S-haltige Thermen entstandene Fazies quarzführender und quarzfreier Andesite. Zuletzt hat sich Semper mit der Propylitfrage befaßt. Er erkannte zu Nagyág, daß mit dem Fortschreiten in das Innere eines geologisch scheinbar einheitlichen Gesteinskörpers die propylitischen Merkmale zunehmen, die dazitischen zurücktreten; es zeigte sich ferner dort, daß die inneren und tieferen Teile der Eruption quarzärmer und magnetitreicher als die äußeren sind.

Man pflegt gewöhnlich die propylitische Ausbildung der Andesite als eine der Kaolinisierung, Serizitisierung usw. analoge, nur die Gänge begleitende Erscheinung zu betrachten.[3]) Das scheint aber nicht richtig zu sein. Denn innerhalb der Gangdistrikte ist die Verbreitung der grünsteinartigen Andesite und Dazite eine allgemeine, über größere oder kleinere Flächen ausgedehnte und nicht an einzelne Gänge gebunden. Die von jedem von diesen für sich ausgeübte Beeinflussung des Nebengesteins besteht in der Kaolinbildung, also in einer Auslaugung und nicht in einer Umlagerung der Silikate. Man wird die „Propylitisierung“ für eine der Gangbildung koordinierte, nicht subordinierte Erscheinung halten und fragen dürfen, ob nicht etwa eine intensive Durchgasung des aufsteigenden, teilweise verfestigten Magmas zu dessen besonderer petrographischer Ausbildung und z. B. zur Kristallisation des durch Flüssigkeitseinschlüsse ausgezeichneten Quarzes geführt hat. Ob diese mit der Erzführung des Gesteins überhaupt im Zusammenhange steht und ob die grünsteinartige

[1]) Siehe die Übersicht über die verschiedenen auf die Propylitfrage bezüglichen Ansichten bei Zirkel, Petrographie, II, 584—594.

[2]) N. Jahrb., 1879, 648—652.

[3]) Siehe z. B. Weinschenk, Grundzüge der Gesteinskunde, II, 1905, 103 und das Kärtchen.



Beschaffenheit der Propylite überhaupt nur in Gangdistrikten vorkommt, scheint sich nach den bisherigen Untersuchungen über deren geologische Verbreitung kaum beantworten zu lassen. *

Alle vorhin bezeichneten Umwandlungsformen können zugleich mit einer Erzimprägnation verbunden sein. Manchmal ist diese ein metasomatischer Vorgang und das Nebengestein wird selbst zum Erz, wie bei manchen Zinnerzgängen, wo das Zinnerz samt Quarz den Feldspat des Nebengesteins längs papierdünner Klüfte vollständig verdrängt hat und Pseudomorphosen nach diesem bildet (s. S. 929, Fig. 182). Man bezeichnet diese Art des Erzvorkommens als „Ergärungen“.

Zu Freiberg wird das Nebengestein des Gotthold- oder Harnisch-Stehenden im Morgensterner Feld im Nordosten von Schwefelkies, Arsenkies und Zinkblende im Liegenden wie im Hangenden auf 1 m Entfernung imprägniert; zeitweise wurde mehr Nebengestein als Gangmasse abgebaut. Der Dittrich-Stehende gehört im Süden der kiesigen Bleiformation an, im Norden vom Johannes-Spat führt er auch ein barytisches Trum, das weiterhin allein auftritt. Er wird von der 4. Gezeugstrecke bis zu Tage von einer sehr reichen, 2 m mächtigen Imprägnationszone begleitet. Dabei findet sich Arsenkies nur im Hangenden, im Liegenden dagegen Bleiglanz und Kupferkies. Edle Silbererze imprägnieren das Nebengestein der spätigen Gänge auf Himmelsfürst in feinsten Spältchen in dem Maße, daß man außer dem Gang auch das Nebengestein gewinnen muß. In ähnlicher Weise ist auch das Nebengestein der Veta grande von Zacatecas in Mexiko auf 1—2 m hin derart mit Silbererzen durchwachsen, daß es reicher ist als der Gang selbst.

Nach Semper besteht die Goldführung eines im Karpathensandstein zu Bucsum in Siebenbürgen (S. 670) aufsetzenden Ganges nur in einer Imprägnation des Nebengesteins mit Freigold, während die eigentliche Gangspalte nur Zinkblende, Bleiglanz und Pyrit ohne Gold enthält. Von anderen Golderzgängen, deren umgewandeltes Nebengestein imprägniert und abbauwürdig ist, seien nur diejenigen von Beresowsk, Treadwell, in den Alleghanies, am Heinzenberg und von Maisur genannt. Man hat wiederholt längs der Goldsilbererzgänge die Beobachtung gemacht, daß der Pyrit der Imprägnationen goldärmer ist als derjenige der Gänge. Die Quecksilberlagerstätten zeigen so ganz allgemein den Charakter von Imprägnationen in dem häufig verkieselten oder ausgelaugten Nebengestein, daß man sie kaum jemals als echte Gänge bezeichnen kann.

Über die chemische Natur der die Nebengesteinsumwandlungen verursachenden Agentien liegen, soweit jene nur in Auslaugungen bestehen, keine bestimmten Anzeichen vor. Sicher ist, daß gelöste Kohlensäure eine Kaolinisierung verursachen kann; unter welchen Umständen aber statt dieses Silikates der kieselsäureärmere und kalihaltige Serizit (Muskovit) entsteht, ist unbekannt. Die Wegfuhr von Kieselsäure legt stets den Gedanken an alkalische Lösungen (Karbonate und Sulfide) nahe. Am wichtigsten wären sorgfältige Untersuchungen über die in den Gangmineralien vorkommenden Flüssigkeitseinschlüsse; solche sind bisher nur in geringer Zahl vorgenommen worden. So fanden neuerdings Königsberger und J. W. Müller,[1]) daß die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz der Klüfte des Aarmassivs folgende durchschnittliche Zu-

[1]) Über die Flüssigkeitseinschlüsse im Quarz alpiner Mineralklüfte; Centralbl. f. Min. etc., 1906, 72—77. — Dies., Versuche über die Bildung von Quarz und Silikaten; ebenda 339—348, 353—372.



sammensetzung besitzen: 85 H_2O, 5 CO_2, 2,5 Na, 1,5 K, Li, 0,3 Ca, 3,5 CO_3, 1,5 Cl, 0,7 SO_4. Nach Steiger[1]) enthalten die Flüssigkeitseinschlüsse des Quarzes von der Providence Mine in Kalifornien hauptsächlich Sulfate von Ca, K und Na, sowie sehr wenig Cl. Schertel[2]) wies in einem Flüssigkeitseinschluß in spanischer Zinkblende NaCl und daneben $ZnSO_4$ nach. Auf der untersten Sohle der Goldgrube Morro Velho in Brasilien fand sich eine Druse mit Flüssigkeit, welche Derby[3]) für die ursprüngliche Erzlösung hielt; diese enthält Kieselsäure, Karbonate und Sulfate, aber scheinbar nicht die wesentlichen Bestandteile Arsen und Gold.

II. Deuterogene Lagerstätten.

Wenn Bestandteile eines Gesteins oder einer Lagerstätte eine Umlagerung auf zweite Lagerstätte erfahren, so ist ihr Vorkommen ein deuterogenes. Es bedarf keiner weiteren Erörterung, daß streng genommen nach dieser Definition sämtliche Sedimentärgesteine deuterogene Bildungen sind. Erfahren Stoffe bei der Umlagerung eine Konzentration oder werden sie dadurch leichter gewinnbar, so werden sie unter Umständen zu deuterogenen nutzbaren Lagerstätten. Die Umlagerung und etwaige Konzentration kann durch eine chemische oder eine mechanische Zerstörung vor sich gehen. Im ersteren Falle wird mitunter, aber nicht immer im Verlaufe desselben Prozesses, welcher zur Zerstörung des Nebengesteins führt, auch eine chemische Umlagerung und konkretionäre Anreicherung des der Wegführung entgangenen Auslaugungsrückstands statthaben können, oder es entstehen nutzbare Konzentrationen ausgelaugter Bestandteile auf Spalten und Klüften des zersetzten Gesteins. Solche chemische Umlagerungen sollen als Metathese, die daraus hervorgegangenen Lagerstätten als metathetische bezeichnet werden (s. S. 18).

Es ist aber an sich nicht notwendig, daß gerade die nutzbaren Bestandteile der Lagerstätte gleichfalls einen chemischen Angriff erfahren haben, sie können vielmehr in ihrer ursprünglichen Gestaltung in dem Nebengesteinsrückstand enthalten sein, wie z. B. Gold oder Zinnerz, oder wie z. B. der Zirkon in einem in Laterit umgewandelten oder sonst ausgelaugten Gneis. In den meisten Fällen hat dann eine Anreicherung außer durch eine chemische Aus-

[1]) Bei Lindgren, The gold-quartz veins of Nevada City and Grass Valley districts, California; XVII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1895—1896, Part II, 131.

[2]) Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXXVII, 1878, 49.

[3]) Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 286—287.

laugung auch durch eine mechanische Schlämmung stattgefunden. Es entstehen so die eluvialen Seifen, deren Material sich mehr oder weniger über der unveränderten protogenen Lagerstätte befindet, von der es herstammt. Hat der natürliche Aufbereitungsprozeß auch zu einer mechanischen Verlagerung des Nutzbaren selbst geführt, dann spricht man von Trümmerlagerstätten oder alluvialen Seifen. Es versteht sich von selbst, daß die Trümmerlagerstätten aus ursprünglichen metathetischen Lagerstätten hervorgegangen sein können, es ist ferner denkbar, daß auf ihnen späterhin eine Metathese vor sich ging und endlich werden häufig eluviale Seifen in alluviale übergehen können. Eine strenge Abgrenzung zwischen den benannten Gruppen ist nicht immer möglich, und insbesondere die eluvialen Seifen zeigen häufig eine so große äußere Ähnlichkeit mit den alluvialen und sind so oft mit ihnen geologisch verbunden, daß sie teilweise gemeinschaftlich besprochen werden müssen.

Im großen ganzen deckt sich das Wesen der deuterogenen Lagerstätten mit dem Begriffe der „Seifen". Man versteht darunter von jeher Ablagerungen von losem Gebirgsschutt zumeist nahe der Oberfläche, deren nutzbarer Inhalt außer aus dem gelegentlichen Vorkommen von Edelsteinen [1]) aus allerlei chemischen und mechanischen Einflüssen gegenüber widerstandsfähigen Erzen besteht. Die Bezeichnung rührt von der bergmännischen Operation des „Seifens", d. h. Waschens her, und an diese erinnert der Name mancher Ortschaften, wie Seiffen, Goldseifen im Erzgebirge oder Lauterseifen in Schlesien usw. Die Seifen sind am leichtesten zu verarbeiten und deshalb stets zuerst der Gegenstand bergmännischen Treibens gewesen. Wie zu Herodots Zeiten, so spielt sich auch heute noch die Seifenwäscherei teilweise an den äußersten Grenzen der Kultur ab und Gold war stets der erste Lohn der Erschließung neuen Landes. Die Goldwäscherei folgte stets den geographischen Entdeckungen. Die weitaus größte Menge des Goldes entstammte bis in die 1880er Jahre den Goldseifen; Platin ist immer nur aus Seifen gewonnen worden und dasselbe galt bis vor etwa 30 Jahren für den Diamanten.

6. Die metathetischen Lagerstätten und eluvialen Seifen.

Eine metathetische oder eluviale Anreicherung spielt sich in der Verwitterungszone sehr vieler Lagerstätten ab, deren technische Nutzbarmachung sie fördert. Als eine Metathese können alle zu einer Veredelung führenden sekundären Umlagerungen im eisernen Hut mannigfacher Gänge und Lager, wie vor allem der Gold-, Silber- und Kupferlagerstätten bezeichnet werden. Auf ihr beruht die Entstehung der durch Lateralsekretion gebildeten Gänge, wie z. B. der hydrosilikatischen Nickelerzgänge, oder am oberen See die Anreicherung des Eisengehalts algonkischer Schiefer zu reichen Eisenerzlagerstätten. Ebenso

[1]) Die mineralogische Behandlung der Edelsteinseifen ist Gegenstand der Edelsteinkunde.

ist es eine metathetische Umlagerung gewesen, welche den Mangangehalt zahlreicher Kieselschiefer zu abbauwürdigen Lagerstätten angereichert hat (S. 247). Ähnlicher Entstehung sind auch gewisse von Watson[1]) beschriebene Manganerzvorkommnisse Georgias und scheinbar auch diejenigen von Crimora in Virginien.

Durch eine Metathese ist der in dem erzführenden Dolomit Oberschlesiens und in den verwitternden, an Kalksteine gebundenen Blei- und Zinkblendelagerstätten anderer Gegenden enthaltene Brauneisenstein entstanden, der mitunter sogar ein sehr gesuchtes Erz bildet.

Zu den eluvialen Lagerstätten sind die Magnet- und Roteisensteine zu zählen, die an den Abhängen der Erzberge im Ural, z. B. an der Wyssokaia, am Katschkanar oder an der Magnitnaia aus dem verwitterten Gehängeschutt herausgewaschen werden, und am Iron Mountain in Missouri gewonnen worden sind.[2]) Eluviale Lagerstätten sind die mitunter recht wichtigen Auswaschungen und Auswitterungen von Chromeisenstein auf Serpentinmassen, wie z. B. in Neukaledonien. Nach der früheren Auffassung, wonach dieses Erz erst durch die Verwitterung des Peridotits entstanden sein sollte, hätte man es mit metathetisch-eluvialen Bildungen zu tun gehabt. Ein anderes Beispiel eluvialer Auswitterung bilden die an zahlreichen Stellen bei Chzanow in Galizien dem Muschelkalk entstammenden Galmeimassen, welche ganz nahe der Oberfläche gewonnen werden können. Beispiele dieser Art, bei denen auch ein alluvialer Transport stattgefunden haben soll, beschreibt Bartonec[3]) aus der Umgebung von Nowa Góra. Weiter könnten manche Phosphoritlagerstätten, wie z. B. die Phosphoritsande Belgiens und Nordfrankreichs hier erwähnt werden. Die Zahl dieser Beispiele ließe sich selbstverständlich außerordentlich vermehren; es handelt sich eben um einen alltäglichen Vorgang.

Ein gutes Beispiel einer eluvialen Lagerstätte, das B. Walter[4]) ausführlich beschrieben hat, bildet das Manganerzvorkommen von Vranjkovce in Bosnien, welches Fig. 254 zur Anschauung bringt. Das in dem Triaskalk als epigenetische Hohlraumsfüllung enthaltene, oft von Brauneisenstein umhüllte Manganerz besteht aus Braunit, der Schieferton enthält Lagen von Psilomelan. Die das Schubfeld zusammensetzenden, 1 kg bis 3,5 t schweren, teils gerundeten, teils scharfkantigen Blöcke sind eingebettet in eine 2—3 m mächtige Lage roter Erde; die größeren bestanden aus derbem Braunit, der teilweise in Pyrolusit und andere höhere Oxydstufen umgewandelt war.

Von Bedeutung ist die durch chemische Auslaugung eingeleitete und wohl meistens auch durch mechanische Abschwemmung geförderte Konzentration des

---

[1]) Geological relations of the manganese ore-deposits of Georgia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIV, 1904, 207—253. — Hall, Geological notes on the manganese ore-deposit of Crimora, Virginia; ebenda XX, 1892, 46—49.

[2]) Nach Reusch (Bemaerkninger om fjeld bygningen paa sydsiden af Lake Superior og i Green Mountains, Nord-Amerika; Geol. För. Förh., XIV, 1892, bes. 67—68) sind die eluvialen Blockmassen des Iron Mountain teilweise vorsilurischen Alters.

[3]) Galmeivorkommen auf sekundärer Lagerstätte bei Nowa Góra in Galizien; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1889, 143—145.

[4]) Beiträge zur Kenntnis der Erzlagerstätten Bosniens, 1887, 86—92. — v. Hauer (und v. Foullon), Erze und Mineralien aus Bosnien; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXIV, 1884, 751—758.



in allen Gesteinen enthaltenen Eisen-, untergeordnet auch des Mangan- oder Kobaltgehaltes. Sie geschieht unter Entfernung der alkalischen Erden, der Alkalien und teilweise auch der Kieselsäure und führt unter gleichzeitiger Metathese zur Bildung besonders von Eisenerz-Konkretionen und -Krusten, wenn der Vorgang unter dem Einflusse der Atmosphärilien stattfindet. Unter geeigneten Bedingungen kann die Anreicherung indessen auch unter stagnierendem Wasser statthaben. In beiden Fällen ist das Erz begleitet von Tonerde, die in den

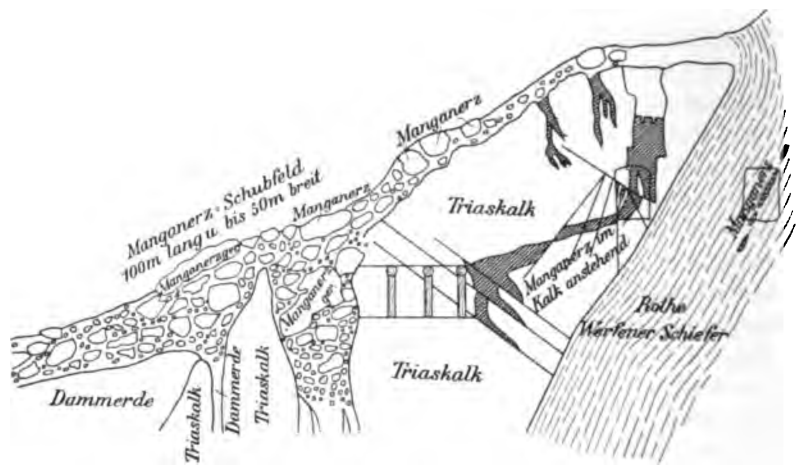


Fig. 254. Die Manganerzlagerstätte bei Vranjkovce in Bosnien.
(B. Walter, 1887, nach Syrovátka.)

meisten Fällen als Silikat, d. h. als Ton, in vielen anderen unter dem Einflusse sehr energischer Zersetzung als Tonerdehydrat (Bauxit) hinterbleibt. Solche Verwitterungsresiduen haben eine besondere Wichtigkeit, wenn sie goldführend sind. Man wird im folgenden vom bergmännischen Gesichtspunkte aus unterscheiden dürfen:

I. Eluviale und metathetische Bauxit-, Eisen-, Mangan- (und Kobalt-) Erze.
II. Eluviale Goldseifen.

I. Die eluvialen und metathetischen Bauxit-, Eisen-, Mangan- (und Kobalt-) Erze.

Die Zahl solcher Lagerstätten ist eine außerordentlich große, ihre wirtschaftliche Bedeutung im ganzen indessen eine nur untergeordnete. Die Erkenntnis, daß sie die Produkte eines andauernden oder jetzt erloschenen Verwitterungsprozesses sind, ist bei manchen sehr jung, bei anderen nicht ganz feststehend. Über die Chemie der Vorgänge, welche sie erzeugten, ist im ganzen wenig bekannt; ihr Studium bietet deshalb noch ein weites Feld für chemisch-geologische Untersuchungen.

Zu den metathetischen Eisenerzen gehören in vielen Kalksteingebirgen anzutreffende oberflächliche Eisenerzauflagerungen, wie die bereits S. 186—187 erwähnten Lagerstätten des Great Valley in Nordamerika. Wenigstens teil-

weise gehört dahin die Terra rossa,[1]) welche sich auf den an fließendem Wasser armen, an Höhlen, Taschen, Dolinen usw. reichen Kalkplateaus verschiedener Gegenden, insbesondere im Umkreis des Mittelmeeres, in den Südalpen, im Karst usw. als eluvialer Rückstand der Kalksteinverwitterung in örtlichen, oberflächlichen und unterirdischen, Zusammenschwemmungen und Anhäufungen vorfindet und zeitweise sogar verhüttet wird.

Auf einer metathetischen Konzentration des in sehr verschiedenartigen Gesteinen enthaltenen Eisen- und Mangangehaltes beruht auch die Bildung der chemisch nicht ganz gleichartigen, zusammenfassend als Laterit bezeichneten Auflagerungen, welche sich in tropischen Gebieten finden und vor allem durch eine intensive Auslaugung von Kalk und Kieselsäure gekennzeichnet sind. Die tiefgreifendste Auslaugung dieser Bestandteile und mehr oder weniger auch des Eisens führt zur Entstehung des stellenweise als Aluminiumerz wichtigen Bauxits.[2]) Dieses unreine Material besteht in der Hauptsache aus dem Aluminiumhydroxyd Hydrargillit, $Al(OH)_3$, und vermag sich durch intensive, in ihren Einzelheiten fast ganz unbekannte Auslaugungsprozesse aus den verschiedenartigsten Gesteinen zu bilden, indem es deren Struktur entweder wiedererkennen läßt oder sich zu konkretionären, schaligen oder oolithischen Massen umlagert. Manche Bauxite sind zweifellos aus Kalkstein hervorgegangen, indem sogar aus deren Tongehalt die Kieselsäure weggeführt wurde. Solcher Art sind die oberflächlichen Bauxitlager des Liristales[3]) in Italien und diejenigen der etwa 100 km langen Bauxitzone von **Georgia** und **Alabama**[4]) zwischen den Städten

[1]) Neumayr, Zur Bildung der Terra rossa; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1875, 50—51. — Fuchs, Zur Bildung der terra rossa; ebenda 194—196. — v. Lorenz, Über terra rossa; ebenda 1881, 81—82. — Stache, Über die terra rossa und ihr Verhältnis zum Karst-Relief des Küstenlandes; ebenda 1886, 61—65. — Ders., Über das Alter von bohnerzführenden Ablagerungen am „Monte Promina" in Dalmatien; ebenda 385—387. — Meigen, „Eßbare Erde" von Deutsch-Neu-Guinea; Monatsber. d. deutsch. geol. Ges., 1905, — 557—564 —.

[2]) Russell, On the subaërial decay of rocks and origin of the red color of certain formations; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 52, 1889. — Bauer, Beiträge zur Geologie der Seyschellen, insbesondere zur Kenntnis des Laterits; N. Jahrb., 1898, II, 163—219. — Dubois, Geologisch-bergmännische Skizzen aus Surinam, 1901, 42—46. — Ders., Beitrag zur Kenntnis der surinamischen Laterit- und Schutzrindenbildungen; Tscherm. Mitt., XXII, 1903, 1—61, Lit. — Kaiser, Bauxit- und lateritartige Zersetzungsprodukte; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LVI, 1904, Prot. 17—26. — Lacroix, Minéralogie de la France, III, 1901, 344—349. — Henatsch, Über Bauxite und ihre Verarbeitung; Bresl. Diss., 1879; Ref. Ztschr. f. Krist., IV, 1880, 642. — Laur, The bauxites; a study of a new mineralogical family; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1894, 234—242.

[3]) Lotti, Sul giacimento di bauxite di Carovenzi presso Pescosolido (circ. di Sora) nella valle del Liri; Rass. Min., XVIII, No. 11, 11. IV. 1903. — d'Achiardi, Analisi di alcuni minerali bauxitici italiani; Proc. verb. Soc. tosc. scienz. nat., XIII, 1903, 93—96; Rass. Min., XVIII, 1903, 213—216; Ref. Ztschr. f. Krist., XLI, 1906, 261.

[4]) Calley, Alabama bauxite; Eng. Min. Journ., LIV, 1892, 584. — Ders., The limonites of Alabama geologically considered; Eng. Min. Journ., LXII, 1896, 583—584. (Limonti mit Bauxit). — Hayes, The Arkansas bauxite-deposits; XXI. Ann. Rep. U.

Adairsville und Jacksonville, die in den letzten Jahren lebhaft ausgebeutet worden ist. Calley und Hayes haben darauf hingewiesen, daß diese Lagerstätten stets an Verwerfungen gebunden sind. Das Muttergestein bilden untersilurische Kalke und Dolomite. Die Bauxite, welche innerhalb eines 32 km langen und 8—10 km breiten Gebietes bei Little Rock in **Arkansas** vorkommen, sind nach Hayes aus einem Syenit hervorgegangen, diejenigen am Upper Gila River in Neu-Mexiko sind zufolge Blake ein Produkt der Solfatarentätigkeit in vulkanischen Ablagerungen und werden von Alaunstein begleitet. Der im Jahre 1821 zu Baux in **Südfrankreich** durch Berthier entdeckte ziemlich eisenschüssige Bauxit wurde bedeutungslos, als man viel reinere Bauxite bei Villeveyrac im Departement Hérault und in den Departements Bouches du Rhône, Var, Alpes Maritimes (Provence) aufgefunden hatte. Diese kommen zu Villeveyrac nach Collot[1]) an der oberen, durch Korrosionen gekennzeichneten Grenze des Malm vor und werden bedeckt vom Albien; in der Provence markieren ähnliche Ablagerungen eine Emersion und mithin eine stratigraphische Lücke zwischen dem Urgonien und dem Cenoman, weiter westlich zu Pech de Foix im Departement Ariège liegt der Bauxit auf Juradolomit und unter den Toucasiakalken (Urgonien). Die Entstehung dieser Lagerstätten ist sehr verschieden gedeutet worden; Coquand[2]) und andere hielten sie für das Produkt von heißen Quellen oder Geysiren, nach Meunier[3]) sollten sie durch Quellen entstanden sein, welche Aluminium und Eisenchlorid enthielten, Dieulafait[4]) erblickte in ihnen die feinsten Schlämme eines granitischen Detritus. Lacroix schließt sich indessen bezüglich der Entstehungsweise der südfranzösischen Bauxite Bauer an, d. h. er hält eine eluviale Entstehung zur Zeit der ehemaligen Festlandsbildungen für wahrscheinlich. Im französischen Zentralplateau findet sich ein Bauxit in der Umgebung von Madriat; Lacroix weist nach, daß dieser als ein aus Gneis hervorgegangener Laterit zu betrachten ist. Es ist nicht ausgeschlossen, daß diese Bauxite unter ähnlichen klimatischen Bedingungen entstanden sind, unter welchen sich heute die Laterite bilden. Ein technisch wichtiges Bauxitvorkommen wird bei Feistritz in der Wochein (Krain)[5]) abgebaut; es ist an Kalksteine gebunden.

St. Geol. Surv., 1899—1900, Part III, 1901, 435—472. — Ders., The geological relations of the southern Appalachian bauxite-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1894, 243—254. — Spencer, The palaeozoic group, the geology of ten counties of northwestern Georgia; Geol. Surv., Georgia 1893, zitiert von Hayes. — Blake, The alunogen and bauxite of New Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIV, 1894, 571—573. — Branner, The bauxite deposits of Arkansas; Journ. of Geol., V, 1897, 263—289, Lit., zitiert von Kaiser.

[1]) Bull. Soc. géol. d. France, XV, 1887, 331, zitiert von Lacroix.

[2]) Ebenda XXVIII, 1871, 98, zitiert von Lacroix.

[3]) Sur l'origine et le mode de formation de la bauxite et du fer en grains; Compt. Rend., XCVI, 1883, 1737—1740; Ref. N. Jahrb., 1885, II, —405—.

[4]) Les bauxites, leurs âges, leur origine; ebenda XCIII, 1881, 804, zitiert von Lacroix.

[5]) Hauer, Geologie von Österreich, 1878, 460.

Im Seen- und Ohmtal bei Mücke östlich von Gießen am **Vogelsberge**[1]) haben besonders in den letzten Jahren die schon seit längerer Zeit bekannten Brauneisensteine eine größere Bedeutung gewonnen. Diese sind an die 12—20 m mächtigen, sehr zersetzten oberen Partien von Tuffen oder Strombasalten gebunden, die unmittelbar unter Dammerde und Löß liegen, und werden, weil sie aufbereitet werden müssen, als Wascherz bezeichnet. Der Brauneisenstein durchzieht in mitunter über Dezimeter dicken, ein dichtes Netzwerk bildenden Schnüren die gelblichen, rötlichen, grauen oder grünlichen, tonigen Zersetzungsprodukte, die noch deutlich die Basaltstruktur erkennen lassen. Der Verlauf der Eisenerzadern entspricht der ursprünglichen Zerklüftung oder einer brecciösen Zerrüttung des Basaltes. Teilweise sind die Erze auch an tiefgreifend zersetzte Tuffe gebunden. Nach oben zu geht das Wascherzlager in eine bis zu 8 m mächtige Verwitterungszone über, die neben stalaktitischem Brauneisenerz und Brocken von solchem oft sehr reichliche Knollen von Bauxit führt. Die aufbereiteten Eisenerze enthalten durchschnittlich 44 % Eisen, meist 0,25—0,75 % Mangan, etwa 0,2 % Phosphor, sowie 10—14 % säurebeständigen Rückstand. Wie bei anderen aus Basalten hervorgegangenen Umwandlungsprodukten ist auch hier ein recht wesentlicher Titangehalt hinterblieben; die Tonerde der Wascherze ist höchstwahrscheinlich zum großen Teil gleichfalls als Bauxit vorhanden.

Nach Münster sind die eisenhaltigen Massen über den Tuffen und Basalten in situ aus diesen hervorgegangene Produkte einer Umwandlung. Diese war örtlich auf gewisse Stellen des nordwestlichen Vogelsberges beschränkt und hat scheinbar bereits vor der Bildung des Lösses ihren Abschluß gefunden. Es ist deshalb nicht anzunehmen, daß diese Lagerstätten das Ergebnis einer normalen Verwitterung sind. Vielmehr hält es Münster mit Chelius für sehr wahrscheinlich, daß sowohl bei der Umwandlung des Basaltes und Tuffes wie an dem Eisenerzabsatz und der Eisen-, vielleicht auch der Tonerdezufuhr Thermen beteiligt waren, die längs NS. gerichteter Bruchspalten emporgestiegen seien. Bemerkenswert ist, daß im unzersetzten Basalt das Verhältnis zwischen Fe und Al etwa 9 : 7, im Wascherz aber 24 : 15 und sogar 29 : 13 beträgt.

Wegen einiger unbedeutender weiterer Bauxitvorkommnisse in Nassau und Hessen sei auf die Literatur verwiesen.[2])

[1]) Liebrich, Beitrag zur Kenntnis des Bauxits vom Vogelsgebirge; Diss., Zürich 1891; Ber. Oberh. Ges., XXVIII, 1891, 57—98; Ref. N. Jahrb., 1892, I, —277—. — Ders., Bauxit und Smirgel; Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 275. — Ders., Über die Bildung von Bauxit und verwandte Mineralien; ebenda 1897, 212—214. — Köbrich, Magnetische Erscheinungen an Gesteinen des Vogelsberges, insbesondere an Bauxiten; ebenda 1905, 23—36. — Chelius, Der Zechstein von Rabertshausen im Vogelsberg und seine tektonische Bedeutung; ebenda 1904, 399—402. — Ders., Eisen und Mangan im Großherzogtum Hessen und deren wirtschaftliche Bedeutung; ebenda 356—362, bes. 360 bis 362. — Ders., Geologischer Führer durch den Vogelsberg, 32—34, 59. — Beyschlag, Die Eisenerze des Vogelsberges; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 337—338. — Münster, Die Brauneisenerzlagerstätten des Seen- und Ohmtals; ebenda 1905, 242—258, Lit.

[2]) Wenckenbach, Beschreibung des Bergreviers Weilburg, 1879, 128. — Bischof, Ferneres Vorkommen von Bauxit in der Umgegend von Gießen und Versuch

Lateriterze, nämlich Brauneisenerze und angeblich auch Roteisenerze, in der Form von Nieren oder wie Bohnerze, begleitet von Pyrolusit sind in **Ostindien**[1]) verbreitet. Der Laterit überlagert besonders die großen Basaltdecken des westlichen und zentralen Indiens in einer Mächtigkeit von 16—65 m (bei Hyderabad und im Rajmahalgebirge von Bengalen) und ist von dem Basalt durch eine lichte, „steinmarkähnliche“ Masse (Bauxit?) geschieden, die gleichfalls Limonitnieren enthält. Auch in den Lateriten, welche die tiefer liegenden Küstenstriche bedecken und durch eine Abschwemmung des Hochlands entstanden sind, kommen solche eluviale Erze vor. Diese werden von den Eingeborenen viel verarbeitet. Von den Lateriten Südamerikas und Afrikas soll, soweit sie goldführend sind, weiter unten die Rede sein. Zu diesen gehört auch die noch zu besprechende Tapanhoacanga Brasiliens.

Unaufgeklärt ist die Natur gewisser Manganerzlagerstätten in der Gegend von Bahia in **Brasilien.**[2]) Dieselben überdecken das hochgradig und bis zu großer Tiefe zersetzte Schiefergestein, dessen Aussehen im frischen Zustand mit dem Charakter der algonkischen Ablagerungen am Oberen See verglichen wird; innerhalb der zersetzten Schiefer ist das Erz, welches aus Psilomelan besteht und mit rotem Ton vermengt ist, noch bis in einige Teufe nach abwärts verfolgt worden. Das Manganerz bildet teils nur faustgroße, teils bis $1^1/_2$ t schwere Klumpen. Eluvial sind wohl auch die von Derby beschriebenen Manganerze des Queluz-Distriktes in Brasilien.[3])

Eigenartige Manganerzlagerstätten, deren Entstehung scheinbar noch nicht ganz sicher steht, kommen nach Chibas[4]) im Staate **Panamá** bei Viento Frio am caraibischen Meer, etwa 75 km nordöstlich von Colon, vor. Das oxydische Manganerz tritt in kolossalen Nestern in einem bunten Ton auf, der tertiären Alters sein soll. Stellenweise sind Erzklumpen von 500, ja bis zu 1000 t an den Abhängen aus dem Ton herausgeschwemmt worden, die Hauptmasse aber wird von kleineren Knollen gebildet. Der begleitende „Jaspis“, ein verkieselter Ton, ist gleichfalls durch Manganoxyde gefärbt. Die Anreicherung des Manganerzes zu den jetzigen reichen Vorkommnissen ist augenscheinlich innerhalb des Tons vor sich gegangen, welcher das Mangan ehedem in allgemeiner aber spärlicher Verbreitung enthalten haben mag. Der letzte Vorgang ist also der einer

---

der Genesis desselben; Berggeist, XXV, 1880, 365. — Lang, Über Bauxit von Langsdorf; Ber. d. deutsch. chem. Ges., XVII, 2892—2894; Ref. N. Jahrb., 1886, II, — 342 —. — Petersen, Über den Anamesit von Rüdigheim bei Hanau und dessen bauxitische Zersetzungsprodukte; Jahresber. phys. Ver. z. Frankf. a. M., 1891—1892 (1893). — Ders., Über Bauxitbildung; Ber. XXVI. Vers. Oberrh. geol. Ver. 1893; Ref. über beide Arb. N. Jahrb., 1894, I, — 460 —.

[1]) v. Schwarz, Über die Eisen- und Stahlindustrie Ostindiens; Stahl und Eisen, XXI, 1901, 337—339. — Rec. of the Geol. Surv. of India, XXXII, part. I, 1905, 55—63. — Die Manganerze Indiens sind teils durch die Verwitterung von Trapp, teils, wie in Nagpur, durch die Umwandlung rhodonit- und spessartin- (mangangranat-) haltiger Quarzite entstanden. Im letzteren Falle bestehen sie aus Braunit und Psilomelan. Auch Piemontit kann das Muttermineral sein. Im Jahre 1903 betrug die indische Manganerzausfuhr 174563 t.

[2]) Branner, The manganese-deposits of Bahia and Minas, Brazil.; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1899, 756—770.

[3]) Am. Journ. of science (4), XII, 18—32; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 113—114.

[4]) The manganese-deposits of the departement of Panamá, Republic of Colombia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVII, 1897, 63—76.

eluvialen Seifenbildung. Chibas nimmt an, dass der Ton eine Sumpfablagerung sei und daß sein Mangangehalt der intensiven Zerstörung der benachbarten Gesteine, nämlich der Sandsteine, Tonschiefer und Serpentine (Kalksteine fehlen) entstammen soll.

Durch eine eluvial-metathetische Anreicherung sind die körner- oder faustgroßen, ja bis zu mehrere Dezimeter messenden Asbolanknollen entstanden, welche in **Neukaledonien**[1]) im Gebiete der nickelführenden Serpentine auftreten und als das sogen. „Trüffelerz" wegen ihres etwa 2—3, seltener bis zu 10 % betragenden Kobaltgehaltes einen wichtigen Ausfuhrartikel bilden. Ihre Zusammensetzung ist sehr schwankend; in der Hauptsache bestehen sie in der Regel aus Eisen- und Manganoxyden, mehr oder weniger Kieselsäure und so viel Tonerde, daß man wohl die Anwesenheit von Bauxit annehmen muß. Sie sind etwas nickelführend und enthalten meistens nur wenig Kalk und Magnesia. Die Trüffelerze scheinen im Jahre 1876 entdeckt worden zu sein; seit 1883 werden alljährlich etwa 3000 t gewaschenes Kobalterz mit einem Gehalt von 4 bis 5 % Kobalt exportiert und Neukaledonien ist damit jetzt der wichtigste Kobaltproduzent.

Die Bohnerze.

Zu den eluvialen Gebilden dürfte ein großer Teil der als Bohnerze bezeichneten Eisenerzablagerungen gehören. Unter den Bohnerzen sind in einer engeren Fassung des Begriffes hier nur die konzentrisch-schaligen, erbsen- bis bohnengroßen, tonigen Brauneisenerzkonkretionen gemeint, die sich als authigene Gebilde in der häufig geschichteten, tonig-sandigen Überdeckung zahlreicher Kalksteinplateaus finden und sich in der ursprünglich weichen Tonablagerung selbst gebildet haben. Es ist dabei nicht ausgeschlossen, daß sie spätere Umschwemmungen und Verlagerungen erfahren haben; doch sind die hier gemeinten Gebilde selbst nicht klastischer Entstehung. Die Bohnerze finden sich besonders in der tertiären Bedeckung der Juraplateaus Mitteleuropas, sind aber auch anderen Kalksteingebieten nicht fremd. Selbstverständlich haben sie sich ganz besonders in den Vertiefungen und mannigfaltigen, oberflächlichen Auswaschungen erhalten, an welchen schon zur Zeit ihrer Bildung das bis dahin trockenliegende Juragebiet reich gewesen sein muß. Verschieden von den echten Bohnerzen sind die schon früher besprochenen oolithischen und konkretionären, teilweise auch konglomeratartig ausgebildeten Eisenerze besonders der Jura-, Kreide- und Tertiärformation, sowie scheinbar die später einstweilen unter den alluvialen Seifen behandelten Eisenerze von Peine, die man wohl gleichfalls als Bohnerze bezeichnet hat. Bezüglich der im übrigen sehr wechselnden chemischen Zusammensetzung der Bohnerze sei nur bemerkt, daß man in den württembergischen und schweizer Vorkommnissen Vanadin nachgewiesen hat, daß sie teilweise Titan enthalten und mehr oder weniger phosphorsäurereich sind. Nach Lacroix[2]) ist die

[1]) Glasser, Les richesses minérales de la Nouvelle-Calédonie, 1904, 239—278. — In der Gegend von Frankenstein in Schlesien finden sich, gleichfalls im Bereich der Nickelerzfelder, manganhaltige Raseneisensteine mit 0,5—0,8 % Kobalt. (Freundliche Mitteilung von Herrn Direktor Woltmann an Bergeat).

[2]) Minéral. d. l. France, III, 1901, 347.

Tonerde in den Bohnerzen von Berri in Frankreich wahrscheinlich zum großen Teile als Bauxit enthalten.

Auf den Hochflächen des **schwäbisch-fränkischen Jura**[1]) wurden solche Erze besonders früher in größerer Menge durch die Bauern gewonnen. Man unterschied die auf ursprünglicher Lagerstätte auftretenden, flözartig in Vertiefungen und Ausnagungen des Malmkalkes auftretenden Letterze von den verrollten, in die Spalten und Höhlen des Gebirges zusammengeschwemmten Felserzen. Die Letterze finden sich auf dem Südabhange der Alb über dem weißen Jura ζ und gehören der tertiären Albbedeckung an. Sie traten z. T. in oft sehr tiefen, trichterartigen oder schlauchförmigen Höhlen und Kesseln auf, die mit Lagen von gelbem, braunem und grauem, mitunter pflanzenführendem Ton, Kalksteinbrocken und Sandsteinlagen in schichtiger Folge erfüllt waren. Häufig sind darin Knollen von Jaspis, Hornstein oder Feuerstein, seltener Gips enthalten. Nach den seit 1834 bekannten Resten von Palaeotherium, Anoplotherium, Paloplotherium usw., deren Zähne und Knochen sich manchmal in ungeheuren Massen in den Höhlen und Schläuchen der südlichen Alb fanden (z. B. zu Fronstetten), reichen diese Bohnerzablagerungen bis in das Eocän zurück; andere mit Knochen von Rhinozeros, Anchitherium, Hipparion, Mastodon und Dinotherium (Heudorf, Ulm, Ebingen), gehören dem Oligocän und Miocän an. Bekannt sind die Funde von allerlei eluvialen jurassischen Versteinerungen, besonders von Korallen aus der Nattheimer Gegend. Die Letten, welche die Erze beherbergen, können Mächtigkeiten von 100 m erreichen. Als Reinerz oder Stockerz bezeichnete man größere unregelmäßige Nieren, Überzüge, Nester und Konkretionen von dichtem und erdigem Brauneisenstein.

Nach Quenstedt und Fraas hat die Bohnerzförderung Württembergs um das Jahr 1860 ungefähr 250000 Zentner betragen, wovon das meiste in Letterzen aus den Gegenden von Königsbronn und Nattheim bei Heidenheim, vom Herdtfeld und Wasseralfingen, Riedlingen und Tuttlingen, untergeordnet auch in Felsenerzen der Reutlinger Gegend bestand. Im übrigen waren Gruben über die ganze Alb verbreitet und hatten auch in Sigmaringen Bedeutung. An vielen Orten wurden nach Gümbel[2]) tertiäre Bohnerze auch in Franken, so bei Heidenheim a. Hahnenkamm und in der Eichstätter Gegend gewonnen und ver-

---

[1]) Graf v. Mandelsloh, Geognostische Profile der schwäbischen Alp, 1834, zitiert von v. Cotta, Lagerstättenlehre, II, 191. — Deffner, Zur Erklärung der Bohnerzgebilde; Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk. i. Württ., XV, 1859, 257—314. Lit. — Fraas, Die Bohnerze; ebenda 38—42. — Ders., Die nutzbaren Minerale Württembergs, 1860, 83—85. — Ders., Geognostische Beschreibung von Württemberg, Baden und Hohenzollern, 1882, 151—153. — Quenstedt, Geologische Ausflüge in Schwaben, 1864, 136—137. — Achenbach, Über Bohnerze auf dem südwestlichen Plateau der Alp; Jahresh. Verf. f. vaterl. Naturk. i. Württemb., XV, 1859, 103—125. — Ders., Geognostische Beschreibung der Hohenzollernschen Lande; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., VIII, 1856, 331—482.

[2]) Geologie von Bayern, II, 1894.

hüttet. Im oberen Breisgau wurden die auf Malmkalk liegenden Bohnerze und Reinerze bei **Kandern**[1]) usw. früher jahrhundertelang verarbeitet.

Eine weite Verbreitung haben die Bohnerze im ganzen **Schweizer Jura**[2]) innerhalb der Kantone Neuenburg, Bern, Waadt, Solothurn und Basel bis in das Sundgau bei Belfort. Das dem oberen Eocän angehörige terrain sidérolithique hat seit Jahrhunderten die Hochöfen des Jura mit dem Bohnerz, „fer en grains", versorgt. Es wird begleitet von Ton und Glassand und findet sich in Kesseln, Nestern und weit ausgedehnten bis 5 m mächtigen Decken über dem Kalksteingebirge in Süßwasserablagerungen, worin Eisenerz mitunter 0,1—0,8 m dicke Blöcke bildet. In der Schichtenfolge liegen die Bohnerze zu unterst und werden bedeckt von ungeschichtetem Bolus und Tonen verschiedener Beschaffenheit. In den letzteren finden sich Reste von Palaeotherium und anderen Säugetieren, sowie von Schlangen, Eidechsen, Krokodiliern. In späterer Zeit haben auch hier die Bohnerze teilweise eine Umlagerung erfahren. Die wichtigsten und jetzt allein noch in Betrieb befindlichen Eisenerzgruben des Schweizer Jura sind diejenigen bei Delémont (Delsberg). v. Isser teilt folgende Analyse gewaschener Erze aus vier dortigen Gruben mit:

Eisenoxyd	63,525	64,275	62,750	65,250
Titan	2,370	2,500	2,250	2,050
Chrom	1,250	1,500	1,750	1,250
Tonerde	10,250	10,370	10,750	9,875
Vanadin	1,000	0,500	0,350	0,750
Unlösliches . . .	5,500	6,475	7,500	7,325
Wasser	16,105	14,380	14,650	13,500

Nach Greppin läßt sich auch Blei und Zink darin nachweisen.

Viele Bohnerzlager sind schon seit dem Altertum und dem Mittelalter in der zentral-französischen Landschaft **Berri** zwischen der Dordogne und dem Allier (bei Bourges) abgebaut worden; sie bilden gleichfalls Einlagerungen in den tertiären „argiles sidérolithiques", welche Vertiefungen, Trichter usw. auf dem Jurakalk erfüllen. Grossouvre hat sie ausführlich beschrieben.[3]) Ebenso

[1]) v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 179—181, Lit. — Leonhard, Geognostische Skizze des Großherzogtums Baden, 1846, 55—56, 99—100, Lit.

[2]) Quiquerez, Recueil d'observations sur le terrain sidérolithique dans le Jura bernois et particulièrement dans les vallées de Delémont et de Moutier; Act. d. l. soc. helvét. d. scienc. natur., 1855, zitiert von Deffner, Exzerpt bei Stelzner. — Greßly, Observations sur le Jura soleurois; ebenda 1841, zitiert von v. Cotta. — Greppin, Jura bernois et districts adjacents; 8. livr. Mat. p. l. carte géol. de la Suisse 1870. — v. Cotta, Erzlagerstätten, II, 1861, 389—396. — Wencélius, Eisen- und Manganerzgruben der Schweiz; Berg- und Hüttenm. Ztg., LXIII, 1904, bes. 217—218. — v. Isser, Das Bohnerzlager von Delémont im Schweizer Juragebirge; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XLIV, 200—204.

[3]) de Grossouvre, Étude sur les gisements de minerai de fer du centre de la France; Ann. d. min. (8), X, 1886, 311—415. — Merle, Les gîtes minéraux et métallifères et les eaux minérales du département du Doubs; Besançon 1905, 117—120, Lit. — Thirria, Sur les gîtes de minerai de fer pisiforme (Bohnerz) du département du

sind ähnliche Eisenerze seit undenklichen Zeiten im Departement Doubs ausgebeutet worden. Die „minerais de fer en grains" umschließen manchmal völlig in Eisenstein umgewandelte Fossilien und sind nach Merle mitunter aus Pyriten, großenteils aber durch eine Weglaugung von Kalkstein, also auf eluvialem Wege, entstanden. Die konzentrisch-konkretionären, z. B. bei Montbéliard abgebauten „minerais pisolithiques" des terrain sidérolithique sind offenbar ganz gleicher Art wie diejenigen des benachbarten Schweizer Jura. Sie werden jetzt noch verhüttet.

Die Entstehung der tertiären Bohnerze in den Juragebieten Deutschlands, Frankreichs und der Schweiz ist sehr verschieden gedeutet worden. Greßly hat sie für Produkte vulkanischer Emanationen glühender Dämpfe, von Mineralschmelzflüssen und eisen-, kalk-, kieselsäure- und schwefelsäurehaltigen Springquellen angesehen; auch Quiquerez glaubte an solche. Späterhin hat man sie ganz allgemein auf das Zutun von Eisensäuerlingen zurückgeführt, wie dies schon Brongniart[1]) und Thirria getan hatten. Greppin hat zuerst auf die Schichtung der bohnerzführenden Ablagerungen hingewiesen und die Erze für Quellabsätze erklärt. Noch in neuerer Zeit hat Grossouvre die Bohnerzablagerungen von Berri als vulkanische Ergüsse schlammiger Massen gedeutet, in deren Gefolge mit Eisen, Kieselsäure und Gips beladene Mineralquellen zutage brachen. Das „siderolithische Phänomen" soll am Ende der Kreidezeit begonnen (Bauxitbildung) und in der Tertiärzeit seine höchste Entwicklung erreicht haben. Nach Deffner wären die Bohnerze hauptsächlich aus Schwefelkieskonkretionen entstandene Pseudomorphosen. Als eluviale Bildungen hat van den Broeck die Bohnerze über den Jurakalken erklärt. Merle erblickt in dem minerai en grains des französischen Jura das Ergebnis einer eluvialen Entkalkung, hält aber die Bohnerze des terrain sidérolithique für ähnlicher Entstehung wie die Seeerze. Man wird manche Bohnerzvorkommnisse als einen eluvialen Rückstand der Kalksteinverwitterung selbst, entsprechend der Bildung der terra rossa, betrachten dürfen. Aber wahrscheinlich entstammt auch der „Letten" der geschichteten Bohnerze nur der oberflächlichen chemischen Zerstörung des Kalksteines und der Eisengehalt der Verwitterungsresiduen mag sich durch eine Metathese zu den konkretionär-schaligen Eisenerzbohnen in ähnlicher Weise konzentriert haben, wie die Lößkindl im Löß entstanden sind.[2])

Wahrscheinlich tertiäre Bohnerzablagerungen finden sich am nördlichen und östlichen Rande des Doggerplateaus auf dem linken Moselufer in Frankreich und in Deutsch-**Lothringen**[3]) zwischen Aumetz, Deutsch-Oth und Öttingen und

Doubs etc.; Bull. soc. géol. d. Fr. (1), VI, 1834, 32, zitiert von Merle. — van den Broeck, Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels par l'infiltration des eaux météoriques, étudiés dans leurs rapports avec la géologie stratigraphique; Mém. d. l'Ac. roy. de Belg., XLIV, 1880; Ref. N. Jahrb., 1882, II, —367—370—.

[1]) Ann. d. sciences nat., XIV, 1828, 410, zitiert von Deffner.

[2]) Ich gebe hier Stelzners Ansicht wieder.

[3]) Schumacher, Steinmann und van Werveke, Erläuterungen zur geologischen Übersichtskarte des westlichen Deutsch-Lothringen; 1887, 61—66, Lit. — Jacquot, Mémoire sur les mines et les minières de fer de la partie occidentale du département de la Moselle; Ann. d. min. (4), XVI, 1849, 427—494, bes. 446—491.

sind schon jahrhundertelang abgebaut worden. Sie erfüllen unregelmäßig zapfenförmige Vertiefungen, schlauchförmige oder tiefreichende spaltenförmige Hohlräume im Kalkstein. Die Ausfüllung der oft recht kompliziert gestalteten und ziemlich ausgedehnten Hohlräume besteht aus erzfreiem oder erzhaltigem Ton, der bei Aumetz bis zu 31 m Tiefe verfolgt werden konnte. Z. T. ist das Brauneisenerz aus Pyrit hervorgegangen; die konkretionären Erze bilden millimetergroße Körnchen, größere Knollen und sogar bis zu 200 cbm Inhalt erreichende Blöcke. Sie werden begleitet von sandigem Ton, seltener von roten oder bräunlichen Kalkmassen, mitunter von Quarzgeröllen und von Quarziten, welche an tertiäre Süßwasserquarzite erinnern. Auch in Brauneisenerz umgewandelte Baumstümpfe wurden beobachtet. Teilweise sind die Erze ziemlich manganreich. Man hält eine eluviale Entstehung dieser Bohnerze für am wahrscheinlichsten.

Auf dem **rheinhessischen** Tertiärplateau finden sich nach Tecklenburg[1]) Bohnerze in Form lokaler Ansammlungen oder größerer zusammenhängender Lager stets unmittelbar über tertiären Kalksteinen und unter der Dammerde oder dem Lehmboden; in der Regel sind sie von verschiedenen plastischen Letten begleitet, mit denen regellos rote bolusartige Tone, ferner braune bituminöse Massen und Kalk- und Mergelknollen auftreten, die nichts anderes als die Zersetzungsprodukte der Kalksteine sind. Die Bohnerze selbst stellen eine metathetische Konzentration des in den Kalksteinen ursprünglich vorhandenen Eisengehaltes dar (0,3—2,5 % Fe und Mn neben 94—97 % $CaCO_3$ und 1—2 % $MgCO_3$). Nach Tecklenburgs Auffassung hätte durch Sickerwässer eine Auslaugung des Kalkes stattgefunden, der dadurch porös wurde; Eisen- und Mangankarbonatlösungen seien in die Poren eingedrungen und hätten unter dem Einflusse der Luft den Anlaß zur Bildung von Brauneisen- und Braunstein gegeben, während durch die freiwerdende Kohlensäure und die damit verbundene Auflösung von Kalk sich zugleich der Raum für die Ansiedelung des Erzes vergrößerte und dieses eine konzentrisch-schalige Struktur annahm. Die Bildung der Erze vollzieht sich nur über dem Grundwasserspiegel auf Kosten der hangenden, der Zerstörung anheimfallenden Schichten.

II. Die eluvialen Goldseifen.

Eluviale Goldlagerstätten bilden sich dort, wo die klimatischen, topographischen oder auch die Vegetationsverhältnisse eine vollständige Abschwemmung des Oberflächendetritus unmöglich machen. Die schweren Bestandteile werden eine Anreicherung erfahren. Die Oxydation der Gangausstriche führt zur Bildung von Freigold, stellenweise im Laufe langer Zeiten auch zur Imprägnation des benachbarten Nebengesteins. Wind und Regengüsse vermögen die Verwitterungsprodukte dieses letzteren wegzuführen und zu verlagern, wobei der Goldgehalt des Gesteins durch einsickernde Wässer in ähnlicher Weise wie auf den alluvialen Seifen auch wohl einen abwärts gerichteten mechanischen Transport erfahren kann. Das Gold findet sich mitunter in der Nähe der Gänge selbst, die Pošepný[2])

---

[1]) Über die Bohnerze in Rheinhessen; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXIX, 1881, 210—217.

[2]) Zur Genesis der Metallseifen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXV, 1887, 326.



unter Bezug auf die russische Benennung „korennyje mĕstoroždenyje“, d. h. Wurzel-Lagerstätten, als Rhizoden (ῥίζα = Wurzel) dieser Seifen bezeichnet, und zwar unter der Dammerde und nahe der unteren Grenze des Verwitterungsdetritus. Die in diesen Seifen vorkommenden Gesteins- und Quarzbrocken sind eckig, das Gold ist nicht oder nur wenig abgeschliffen, fremde Gerölleinschwemmungen fehlen. Die unmittelbar neben der „Rhizode“ erhaltenen konzentrierten Verwitterungsrückstände bezeichnete Pošepný als „adesiale“ Seifen.

In welcher Weise auch der Frost und der Wind in wasserarmen Gegenden an der Aufbereitung der Goldlagerstätten beteiligt sein können, zeigen die Verhältnisse in dem an Goldgängen sehr reichen Gebiete von Kalgoorlie in **Westaustralien** (S. 638). Der Boden ist dort teilweise mit einer Decke von roten, eisenschüssigen Verwitterungsprodukten bedeckt, die manchmal in wirkliches Eisenerz übergehen und aus den tonig zersetzten Schiefern und Eruptivgesteinen entstanden sind; diese Massen sind stellenweise sehr goldhaltig.[1] Schon Hoover hat ferner auf eine eigentümliche mechanische Anreicherung des Freigoldes hingewiesen, die dadurch zustande kommt, daß feinste Partikelchen des Metalls in dem kaolinisierten und aufgelockerten Gesteine längs Spältchen bis zu einiger Tiefe wandern. Die Aufbereitung des goldhaltigen Materials und die Herauslösung des Metalles geschieht durch die Wirkung des Windes; eine Anreicherung wurde auf verschiedenen Gruben bis zur Tiefe von etwa 30 m nachgewiesen. Eine recht anschauliche Schilderung von dem Goldvorkommen in der oberflächlichen Sandbedeckung Westaustraliens und seine Ausbeutung durch die „dry blowers“ hat Rickard gegeben. Dort bewirkt der Frost den Zerfall der Gangausstriche, um die herum sich der aus eckigen Fragmenten bestehende Grus und Staub über dem gleichfalls zerbröckelten und in ein Agglomerat aufgelösten Nebengestein sammelt, das bis zur Tiefe von 25—60 m sehr stark zersetzt ist. Die staubbeladenen, über die Hochflächen stürmenden Wirbelwinde sorgen für die Sortierung der schweren und leichteren Teile des Detritus, indem sie an geeigneten Plätzen Dünen von Quarzsand aufhäufen und auf der freien Fläche das Schwere, insbesondere die lateritischen Eisensteine hinterlassen. Auf den Gangausstrichen selbst hinterläßt die Winderosion das Gold, indem sie den Quarz wegbläst. Auf ähnliche Weise entstanden die sogenannten „Cement-deposits“ von Kintore und Kanowna bei Coolgardie. Bei Kintore besteht die Oberflächenbedeckung zunächst aus einer schwachen Lage von Staub und Sand, darunter folgt eine bis zu 0,3 m mächtige kaolinische Schicht, dann der „sand-rock“, d. s. lose verkittete, eckige Quarzkörner, und der etwas festere, gleichfalls durch etwas tonige Substanz zusammengehaltene, aus Quarzstücken bestehende „Cement“, der in sich eine Schichtung erkennen läßt, und endlich der kaolinisch-grusig zermürbte Granit. Von sämtlichen Lagen ist der Kaolin am goldärmsten. Die nur unvollkommen gerundeten Quarzstücke selbst enthalten

[1] Geissel, Western Australia's mining industries; Eng. Min. Journ., LXXIII, 1902, bes. 47. — Hoover, The superficial alteration of Western Australian ore-deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, bes. 762—763. — Rickard, The alluvial deposits of Western Australia; ebenda 490—537. — Gmehling, Beitrag zur Kenntnis der westaustralischen Goldfelder; Österr. Ztschr., XLVI, 1898, 161—163.



mitunter Gold und entstammen zweifellos zum größten Teile benachbarten Gängen. Auch die Goldpartikelchen sind nur schwach abgeschliffen. Das Cement-deposit erfüllt eine sehr flache Mulde, beginnt etwa 300 m von einigen Goldquarzgängen entfernt und erstreckt sich mit einem sehr leichten Gefälle ungefähr 1200 m weit. Es trägt die Merkmale sowohl eluvialer wie äolischer Seifen an sich.[1])

Eine größere Verbreitung haben eluviale Goldseifen scheinbar in tropischen Gebieten, wo die oberflächliche Verwitterung verschiedenartige Gesteine zur Bildung jener sehr eisenschüssigen, mitunter hauptsächlich aus Brauneisenstein, daneben wohl auch aus Bauxit bestehenden Massen führt, die man als Laterite zu bezeichnen pflegt. Mehrfach ist eine Herkunft des Goldes aus Gängen in diesen Gebieten nicht nachweisbar und man neigt dann der Ansicht zu, daß es einen primären Bestandteil der zu Laterit umgewandelten Gesteine gebildet habe.

Nach Derby[2]) sind in den Distrikten Campanha und São Gonçalo (**Minas Geraes**) in weiter Verbreitung eluviale, an zersetzte Gneise (gestreckte Granite) gebundene Goldseifen abgebaut worden. Weder Quarzgänge noch Sulfide sind dort nachzuweisen; das zersetzte Gestein enthält 5—10 g Gold in der Tonne.

Zu den eluvialen Goldseifen gehört die „Tapanhoacanga" oder „Canga", d. i. „Negerkopf", Brasiliens, welche von Eschwege[3]) folgendermaßen beschreibt: „Dieses beträchtliche, sich oft über die höchsten Gebirge, Gebirgsabhänge, niedrige Plateaus und abgerundete Berge erstreckende Lager von $^1/_2$ bis höchstens $1^1/_2$ Lachter (1—3 m) Mächtigkeit überzieht vorzüglich die unterliegenden Tonschiefer und Eisenglimmerschiefer gleichsam nur wie eine Kruste, indem es dieselben wie ein Guß oder Inkrustation in allen wellenförmigen Erniedrigungen und Erhöhungen gleichförmig begleitet, und nie habe ich dasselbe über irgend einer anderen Gebirgsbildung aufsitzend gefunden. Dieses große Lager, welches eigentlich nur als ein Eisensteinslager zu betrachten ist, ist aus lauter zertrümmerten, selten abgerundeten Brocken von Eisenglimmerschiefer, Eisenglanz, magnetischem und Brauneisenstein zusammengesetzt, welche durch ein eisenschüssiges Bindemittel in der größten Verwirrung miteinander verbunden sind. Diese Brocken sind von der Größe einer Erbse bis zu der von 8 Zoll Durchmesser und größer noch, und nicht selten findet man mitten unter ihnen Bruchstücke des Itacolumits und von reinem Quarz. . . . . Das Gold findet sich durch die ganze Masse dieses Lagers mehr oder weniger verbreitet. . . . . Auch scheint das Gold in diesem Konglomerat in größerer Quantität an den unteren Abhängen der Gebirge vorzukommen, als auf seinen Gipfeln, so wie auch die unten liegenden Gemenge mehr Gold haben, als die an der Oberfläche, besonders wenn es den Eisenglimmerschiefer überdeckt."

Das wichtigste Beispiel eluvialer Goldseifen im Zusammenhang mit einer Lateritbildung in tropischem Klima bilden die Goldseifen **Guyanas.**[4]) Wiewohl

[1]) Proben dieser teilweise recht reichen, bei oberflächlichem Ansehen an Arkosen erinnernden kaolinischen Erze, welche sich in den Sammlungen zu Clausthal und München befinden, erhielt ich im Jahre 1896 durch Herrn Ingenieur Gmehling.

[2]) Peculiar modes of occurrence of gold in Brazil; Am. Journ. Scienc., CXXVIII, 1884, 440; kurzes Ref. Peterm. Mitt., XXXI, 1885, 76. — Ders., Notes on Brazilian gold-ores; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1902, bes. 282—283.

[3]) Pluto Brasiliensis, 1833, 224—227.

[4]) Granger, Gold in the Guyanas; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVI, 1897, 516—526. — Wood, British Guiana Goldfields; Transact. North of Engl. Inst. Min. a. Mech. Eng., XLIV, 1894, 177—182; Auszug Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 141 bis



dort scheinbar Goldgänge ziemlich verbreitet sind und mehrfach auch abgebaut werden, glauben doch die meisten Beobachter den Ursitz des Edelmetalls zum größeren Teile in einem geringen protogenen Goldgehalt besonders von Diabasen und Dioriten vermuten zu sollen. Sowohl in Britisch Guyana, wie in Surinam, in Französisch Guyana, in Brasilien und in Venezuela werden solche Lagerstätten verarbeitet, deren geologische Verhältnisse ziemlich viel Übereinstimmung zu zeigen scheinen.

Nach Dubois besteht der nördliche, von niedrigen Hügeln durchzogene, von Urwald bedeckte Teil Surinams im Gebiete der Flüsse Suriname, Sarakreek und Marowy aus vorwaltendem Gneis und Granit, wozu noch Phyllite, Ottrelithschiefer, Amphibolite, Schalsteine, Grauwacken, Diabase und Diorite kommen. Die beiden letzteren bilden kuppenförmige Erhebungen. Die Diabase sind jünger als die Granite, letztere haben stellenweise die Schiefer kontaktmetamorph verändert. Mit Pegmatitgängen dürfte das Vorkommen von goldführenden Quarzturmalingängen im Zusammenhange stehen. Während bei dem geringen Gefälle der Wasserläufe die Erosion fast keine Rolle spielt, wirkt die durch das tropische Klima geförderte Gesteinszersetzung um so intensiver. Sie verändert das Gestein bis in sehr bedeutende Tiefen und führt besonders über den Grünsteinmassen zur Entwicklung beträchtlicher Mengen eines ziegel- bis dunkelbraunroten Eisensteins von bald sandiger, erdiger, toniger oder zellig-schlackiger Beschaffenheit; in letzterem Falle spricht man von „kakerlakiston“ oder, was in Französisch Guyana dasselbe bedeutet, von „roche à ravets“.[1]) Diese Eisensteine sind eluvial-metathetische Gebilde. Nach Dubois ist deren mittlere Zusammensetzung folgende:

Fe	52,6	SiO_2	5,27
Mn	0,1	TiO_2	4,81
P_2O_5 . . .	0,83	Al_2O_3	4,00
P	0,36	CaO	0,03
NiO . . .	0,005		

142. — Lungwitz, Die Goldseifen von Britisch Guiana; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 213—218; verweist wiederholt auf einen Bericht Harrisons. — Harrison, Goldseifen von Britisch Guyana; Quart. Journ. Geol. Soc., LVII, 1901, LXXXVII—LXXXIX. — Braecke, La Guyane hollandaise et ses placers aurifères; Rev. univ. d. mines (3), XVI, 1891, 1—41. — Hennecke, Goldgewinnung in Niederländisch Guyana; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLVI, 1898, 252—253. — Raymond, Note on limonite pseudomorphs from Dutch Guiana; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, 235 bis 239. — Dubois, Geologisch-bergmännische Skizzen aus Surinam, 1901. — Die Goldfelder von Surinam; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LX, 1901, 491—494. — Levat, Guide pratique pour la recherche et l'exploitation de l'or en Guyane Française; Ann. d. Min. (9), XIII, 1898, 386—439, 443—564, 569—616, Lit. — Pelatan, Les richesses minérales des colonies françaises, Guyane française; Rev. univ. d. min., LI, 1900, 1—36. — Bordeaux, Les placers aurifères de la Guyane française; Rev. univ. d. min. (4), IX, 1905, 225—250. — Katzer, Der strittige Golddistrikt von Brasilianisch-Guyana; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLV, 1897, 295—300. — Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 901—902.

[1]) Kakerlaken (ravets) heißen die Blattiden (Schaben) oder wohl überhaupt lichtscheue Insekten, die sich in die Löcher des Eisensteins verkriechen.



Mitunter sind diese Lateriteisenerze so mächtig, daß sie bei geeigneter Transportmöglichkeit technisch nutzbar gemacht werden könnten. Teilweise haben sie eine Verlagerung erfahren und sind durch einen weiteren Eisenerzabsatz wohl auch zu Lateritkonglomeraten verkittet worden. Recht häufig enthalten sie etwas Gold, das aus den Diabasen selbst herrühren soll; eine Analyse ergab nach Dubois 0,3—0,5 g in der Tonne. Ähnliche Verhältnisse herrschen nach Lungwitz auch in Britisch Guyana, wo gleichfalls die Lateriterze etwas goldführend sind.

Die Goldseifen Surinams leiten sich nach Dubois teilweise von Goldquarzgängen her, die nach ihm vielleicht mit den granitischen und dioritischen Intrusionen in Zusammenhang stehen, in den kristallinen Schiefern, z. T. im Kontakthofe der Granite selbst, aufsetzen und, wie gesagt, Turmalin enthalten können. Lungwitz erwähnt von einigen Gängen Britisch Guyanas Arsenkies und Scheelit und gibt an, daß das aplitische Nebengestein zu Beresit umgewandelt sei.[1]) Er schildert, wie durch die längs der Gehänge vor sich gehende gleitende Bewegung des tonig verwitterten Nebengesteins der Gänge auch die darin enthaltenen zerbröckelten Ausstriche eine Abwärtsbewegung erfahren und, während durch fließendes Wasser der Ton entfernt wird, auf solche Weise eluviale, goldhaltige Ablagerungen von eckigen Quarzstücken entstehen. Solche sind in Britisch Guyana ganz besonders im Mahdiatale entwickelt, wo sie in einer Mächtigkeit von 2—3 Fuß, etwa 800 m Breite und 35 km Länge bekannt sind. Der Goldgehalt wird auf 2,2 g im cbm geschätzt. In den zahlreichen Distrikten dieser Kolonie beträgt der Feingehalt des Goldes fast nie unter 900 Tausendstel.

Bezüglich der Goldseifen von Surinam ist indessen Dubois immerhin der Ansicht, daß sich das Gold zum größten Teile von einem feinen Goldgehalte der Diabase und Grünsteine und aus der Zerstörung der aus ihnen hervorgegangenen goldhaltigen Laterite herleite. Er gibt an, daß die Diabase selbst Gehalte von 0,2—0,6 g Gold in der Tonne nachweisen ließen. Wie in Britisch Guyana, so liegen auch hier die Reicherzzonen über Tonen. Das Edelmetall hat einen durchschnittlichen Feingehalt von 908 Tausendstel.

Nach Harrison ist auch die Entstehung der Goldseifen von Britisch Guyana auf eine Verwitterung von Dioriten, Epidioriten und Hornblendeschiefern, von Diabas (oder „Dolerit") zurückzuführen, welche einen ursprünglichen Goldgehalt besitzen.

Zu einer ganz entsprechenden Auffassung ist auch Levat bezüglich der Goldseifen Französisch Guyanas gelangt. Er fand in verschiedenen Dioriten von Awa und Maripa und in einem Amphibolit von Cayenne[2]) außer Pyrit auch einen teilweise sichtbaren Gold- und einen etwas höheren Silbergehalt; ersterer schwankt zwischen 1,5 und 24 g, letzterer zwischen 2 und 6 g in der Tonne

---

[1]) Man hätte es also wohl in diesen Vorkommnissen mit dem Typus der turmalinführenden Goldquarzgänge zu tun. Die Annahme Lungwitz', daß sie mit den Diabaseruptionen im engsten Zusammenhange ständen, wird dadurch unwahrscheinlich.

[2]) In dem in die Mineral Industry, VII, 1899, 315—321, aufgenommenen Auszug des Levatschen Berichtes sind verschiedene Zahlen falsch wiedergegeben.



und ist im ganzen abhängig von dem Gehalt an Pyrit (0,5—5,2 %). Die „roches à ravets“, von denen Levat eine größere Anzahl von Analysen mitteilt, enthalten 54,70—60,35 Fe_2O_3, 12,10—14,80 Al_2O_3, 6,5—9,5 SiO_2, 9,10 bis 14,40 H_2O, 4,80—6,8 CaO, 0,02—1,02 P_2O_5, 3,10—5,40 MgO; der Goldgehalt dieses Eisenerzes beträgt meistens nur wenige Gramm, der Feingehalt des Goldes ist in der Regel etwa 850 Tausendstel.

In Surinam begann eine ausgiebigere Ausbeute der Goldseifen erst vor etwa 30 Jahren. Wichtigere Distrikte waren diejenigen am Mindrineti und Saramacca; neuerdings haben auch die Wäschereien am Marowyne und Lawa jährlich ein paar hundert Kilogramm Gold geliefert. Die Goldproduktion der holländischen Kolonie war nie sehr bedeutend; im Jahre 1905 hat sie 1071 kg betragen.

Das von England und Venezuela umstrittene Goldgebiet von Essequibo ist im Jahre 1885 entdeckt worden. Seitdem haben die Wäschereien am Cuyuni, Mazaruni, Barima, Aracaca usw. einen solchen Aufschwung genommen, daß jetzt in Britisch Guyana alljährlich über 3000 kg Gold gewonnen werden. In Französich Guyana sind neben einer Reihe von Gangbergbauen eine große Anzahl von Goldwäschereien längs der östlich und westlich von Cayenne mündenden Küstenströme in Betrieb. Die Produktion hat, soweit sie statistisch kontrollierbar war, nach Pelatan zwischen 1868 und 1899 59739 kg im Werte von fast 180 Mill. Franks betragen; sie wird jetzt auf jährlich 4000 kg geschätzt. In den benachbarten strittigen Gebieten Brasiliens sind die reichen Goldwäschereien im Oberlaufe des Carsevene-Flusses zu erwähnen. In Venezuela scheint nach Fuchs und de Launay die goldführende tierra de flor, eine rötliche Tonschicht, die 0,4—1 m unter der Oberfläche liegt und Konkretionen von Roteisenstein und Stücke von Goldquarz führt, diesen eluvialen Lagerstätten zu entsprechen. Sie ist bei Callao (S. 604) abgebaut worden.

In den **Appalachenstaaten** Nordamerikas,[1]) deren kristalline Schiefer die früher skizzierten Goldlagerstätten enthalten, besitzen eluviale Goldseifen einige Bedeutung. Jene Gebiete sind niemals von Gletschern überdeckt gewesen, die oberflächliche Verwitterungskruste des Landes ist durch sie nicht entfernt, andererseits auch durch Moränenschutt nicht bedeckt worden. So ist der Boden oft 15—30 m tief zersetzt, erdig zerfallen und zu Laterit verändert („Saprolith“ G. F. Beckers), ohne daß der Oberflächenschutt eine besondere Verlagerung erlitten hätte. Innerhalb dieser Massen lassen sich die Goldquarzlagerstätten noch einigermaßen verfolgen. Durch Oxydation der Kiese, Verwitterung der Schiefer und Zertrümmerung der Quarze ist das Gold in den Schutt gelangt; wo Bäche das lockere Erdreich durchfließen, haben sich auch alluviale Seifen gebildet. In diesen letzteren kommt eine große Zahl weiterer Mineralien vor. Genth erwähnt nach Hidden allein von den Seifen von Brindletown in den South Mountains (Nord-Carolina) folgende: Kristallisiertes Gold, Tetradymit, Montanit (tellursaures Wismut), Brookit, Anatas, Rutil, Zirkon, Malakon (verwitterter Zirkon), Cyrtolith (desgl.), Monazit, Xenotim, Samarskit, Columbit, Fergusonit, Hydrofergusonit, Adelpholith (wasserhaltiges niobsaures Eisen und Mangan), Ilmenit, Hämatit, Magnetit, Chromit, Titanit, Fibrolith, Korund, Beryll,

[1]) Siehe die S. 595 zitierte Literatur und insbesondere die Arbeiten von Lieber, Becker, Kerr und Phillips.



Enstatit, Granat, Orthit, Thorit und Diamant. Der Monazit wird aus diesen Seifen gewonnen. In Nord-Carolina sind nach Becker bis 1894 ungefähr ein Dutzend Diamanten in den Seifen gewaschen worden; sie waren stets von Gold und von Zirkonen begleitet. Die ersten Goldfunde in den Südstaaten wurden im Carrabus County in Carolina gemacht. Ein Farmer fand dort 1799 einen Klumpen von 28 Pfd., später soll man sogar einen anderen von 80 Pfd. gegraben haben.

In **Madagaskar**[1]) ist die aus der Verwitterung von verschiedenartigen alten als Magnetitquarzit, Granit, Diorit und Syenit bezeichneten Gesteinen hervorgehende rote lateritische Erde sowohl in situ, als auch wenn sie angeschwemmt worden ist, etwas goldführend. Im Gebiete des Boeni sind goldführende Quarzgänge bekannt. In den obersten Lateritschichten ist durch Regengüsse das Gold einigermaßen angereichert worden; im übrigen gewinnt man das Metall aus älteren Alluvionen und Flußsanden. Die hauptsächlichsten Goldvorkommnisse liegen bei Suberbieville, wo man einmal in der Nähe eines Quarzganges einen Klumpen von 450 g gefunden hat. Lacroix wies in einem Magnetitquarzit und einem Gneis Gold unter Bedingungen nach, welche ihm eine primäre Natur desselben zweifellos erscheinen lassen, und glaubt deshalb, daß es nicht so sehr die Goldquarzgänge als vielmehr jene Gesteine sind, welchen das in den Lateriten Madagaskars vorhandene Gold entstamme.

Außer untergeordneten alluvialen werden in Transvaal auch eluviale Seifen (die sogen. Laterit-Diggings) abgebaut. Nach Schenk[2]) bestehen dieselben bei **Lydenburg** und am Duivels Kantoor am Ostabhange der Drakensberge aus einem bräunlichen bis ziegelroten, aus Diabas (s. S. 621) hervorgegangenen und dessen Struktur noch deutlich zeigenden Laterit, der noch Blöcke des unveränderten Gesteins enthält; das Gold tritt entweder in so feiner Verteilung darin auf, daß Schenck es für einen primären Bestandteil des Eruptivgesteins hält, oder es findet sich in Quarzgängen, welche die verwitterten Massen durchsetzen. Nach Schmeißer sind diese Lagerstätten teilweise sicherlich dadurch entstanden, daß bei der Verwitterung des Diabases und der ihn durchsetzenden Gänge das Gold aus letzteren in jenen eingewandert ist. Ähnliche Vorkommnisse finden sich auch am Ausgehenden des Pioneer-Ganges im De Kaap-Distrikt. Am Graskop bei Pilgrimsrest ist der Diabas wie der Tonschiefer lateritisiert und bis zu 10 m Tiefe goldführend.

Man hat auch die Vermutung ausgesprochen,[3]) daß die geringen, bei Deggendorf und Hengersberg im bayerischen Walde aufgefundenen Goldmengen von einer Verwitterung goldhaltigen Gneises herrühren könnten.

---

[1]) Del Boca, Sur la géologie et les gisements aurifères du Boeni; Compt. rend. Réun. Soc. Ind. Min., 1897, 221—227; Ref. Ztschr. f. prakt Geol., 1898, 252—253. — Lacroix, Sur l'origine de l'or en Madagascar; Compt. rend., CXXXII, 1901, 180 bis 182; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 305—306.

[2]) Vorkommen des Goldes in Transvaal; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XLI, 1889, 574. — Schmeißer, Über Vorkommen und Gewinnung der nutzbaren Mineralien der Südafrikanischen Republik, 1894, 70.

[3]) O. L. in Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 306.

7. Die alluvialen Seifen.

Die alluvialen Seifen oder Trümmerlagerstätten im engeren Sinne bestehen aus Anhäufungen von durch Erosion entstandenem Detritus, welcher samt den darin enthaltenen nutzbaren Stoffen einen mehr oder weniger weiten Transport erfahren hat. Sand, Ton und gröbere Gerölle bilden das Material der Seifen, fließendes Wasser, die Brandung oder der Wind sind die Aufbereitungs- und Transportmittel gewesen; je nach der Art des letzteren hätte man zwischen fluviatilen, marinen oder äolischen Seifen zu unterscheiden, von denen die ersteren die wichtigsten und hier fast ausschließlich in Betracht kommenden sind.

Marine Seifen sind u. a. gewisse Magneteisensande, nach der bisherigen Ansicht auch die Eisensteinseifen von Peine und eine Reihe weiter unten zu erwähnender Goldseifen, die aber scheinbar stets aus der marinen Aufbereitung älterer fluviatiler Seifen hervorgegangen sind. Auch die sogenannten Phosphoritseifen mancher Gegenden, wie z. B. in Florida oder in Carolina (S. 1029), sind vielleicht teilweise auf eine marine Konzentration zurückzuführen; die silurischen Phosphorite Podoliens (S. 447) haben eine Umlagerung durch das Cenomanmeer und daher eine Anreicherung im Grünsand erfahren, an dessen Basis sie über weite Flächen des russischen Dniestergebietes hin absätzige Schichten bilden, die ausgebeutet werden können.[1])

Zur Anhäufung auf Seifenlagerstätten eignen sich solche Mineralien, deren Härte oder Zähigkeit einer Zerpulverung hinderlich ist, die gegen chemische Angriffe widerstandsfähig sind und deren Schwere einem weiten Transport und einer zu weiten Verstreuung innerhalb des Erosionsgebiets im Wege steht. Von der Aufbereitungstechnik her ist bekannt, daß der Einfluß der Schwere auf die Anreicherungsmöglichkeit durch eine sehr vollkommene Spaltbarkeit der Mineralien, welche zur Bildung breitplattiger Partikel führt, aufgehoben werden kann. Die Zahl der auf den Seifen anzutreffenden Mineralien ist demnach eine sehr große. Von Erzen finden sich z. B. gediegen Gold, Platin, Osmiridium, Iridosmium, gediegen Kupfer, sehr selten gediegen Silber, Nickeleisen, Zinnober, Pyrit (oder dessen Pseudomorphosen), Wismut, Magnetit, Titaneisen, Zinnerz, außerdem Korund, Zirkon, Rutil, Diamant, Spinell, Monazit,[2]) Perowskit, Cyanit,

[1]) v. Dunikowski, Geologische Untersuchungen in Russisch-Podolien; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXVI, 1884, bes. 57—59.

[2]) Über die Monazitseifen siehe: Mezger, The monazite districts of North and South Carolina; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 822—826, 1036—1040. — Nitze, North Carolina monazite; ebenda 40—43. — Mann, Beiträge zur Kenntnis verschiedener Mineralien. I. Über den Thorerdegehalt des Monazits; Inaug.-Diss., Leipzig 1904. — Katzer, Über einen Brasil-Monazitsand aus Bahia; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LIII, 1905, 231—234. — Derby, On the occurrence of xenotime as an accessorial element in rocks; Am. Journ. Scienc., 1891, 308. — Ders., Monazit and Xenotime in european rocks; Mineral. Mag., XI, 1897, 304. — Notes on monazite; Am. Journ. Scienc., 1900, 217. — On the occurrence of monazite in iron ore and in graphite; ebenda 211. — Derbys Arbeiten zitiert Katzer. — Pratt, Monazite; Min. Res. U. St., 1902 (1904), 1003—1006. — Lindgren, The mining districts of the Idaho basin and the Boise ridge, Idaho; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part III, 1896—1897, 677—679. — Ders., Monazite from Idaho; Am. Journ. Science (4), IV, 1897, 63—64;

Topas, Granat, Euklas, Turmalin, Chrysolith, Chrysoberyll usw., diese letzteren z. B. auf den süduralischen Goldseifen. Den wichtigsten Gegenstand des Seifenbergbaues bilden Gold, Platin und Zinnerz; außerdem sollen weiter unten noch die Eisensteinlager von Peine als Trümmerlagerstätten ihre Stelle finden. Von untergeordneter Bedeutung oder überhaupt bedeutungslos sind die gleichfalls noch zu besprechenden alluvialen Ablagerungen von Magneteisen- und Titaneisenerz, ferner von gediegen Kupfer und Sulfiden.

Das alluviale Vorkommen von gediegenem Kupfer wird mehrfach erwähnt. So kommt das Metall im Gebiet des White River (Alaska) in bis zu mehrere Pfund schweren Massen vor, die von den Indianern seit längerer Zeit verarbeitet werden.[1]) Als eine alluviale Kupferlagerstätte erwähnt Lotti nach Novarese[2]) ein Vorkommen bei Santa Catalina in der Sierra de Jujuy (argentinische Republik). Diluviale Goldseifen liegen dort über einem Konglomerat von Schiefern und Grauwacken, das mit Kupferoxyd umrindete Körnchen von gediegenem Kupfer führt und selbst doppelt so reich an Gold ist, wie die darüber liegende Goldseife, welche kupferfrei ist. Jenes Konglomerat ist vorquartären Alters.

Nach Rinne[3]) hätte das Vorkommen von gediegenem Kupfer auf den Goldseifen im Malaguitgebiet bei Paracale auf Luzon keinen alluvialen Charakter, sondern denjenigen eines in nächster Nähe der sehr beschränkten Fundstelle sich bildenden Präzipitates infolge der Einwirkung organischer Substanzen auf Kupfersalzlösungen. Man wird dieses Vorkommen, das von den Eingeborenen ausgebeutet wird, demnach nicht als eine Kupferseife bezeichnen dürfen.

Als eine alte Seife von Blei- und Kupfersulfiden bezeichnet Lotti[4]) die Erzlagerstätte am Col Nègre, der am Cap Garonne den Busen von Toulon gegen Osten abschließt. Das erzführende, 3—8 m mächtige Konglomerat liegt zwischen den weißen oder bunten Sandsteinen des grès bigarré (Buntsandstein) und den roten Sandsteinen und Schiefern des Perm; letzteres ruht diskordant auf Serizitschiefern, Phylliten, Quarziten, Glimmerschiefern und Gneis, die in der Gegend von Bormettes usw. (S. 798) von Bleiglanz-, Kupferkies- und Blendegängen durchsetzt werden, welche älter sind als das Perm. Eine 0,80—1,20 m mächtige Zone des Konglomerats führt oben Bleiglanz, unten Kupfererze, oder aber die beiden Erzarten treten für sich allein auf. Für die Seifennatur der Lagerstätte spräche nach Lotti das Vorkommen von erzhaltigen Quarzgeröllen oder von solchen mit Erz und Schwerspat und vielleicht das Auftreten der Erze in kleinen Körnern; Lotti sucht den Ursprung der Sulfidseifen in den oben bezeichneten Gängen. Gonnard[5]) nennt als Mineralien von Klüften im „Keupersandstein" (Groth) des Cap Garonne Adamin, Chalkophyllit, Olivenit, Mimetesit,

---

N. Jahrb., 1898, II, —393—394—. — Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 147. — Vergl. auch Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 219—220.

[1]) Brooks, XXI. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1899—1900, Part II, 377—381.

[2]) Rivist. del Serv. min. pel 1890, App. alla rel. gen., zitiert von Lotti, Minerali metalliferi, 118.

[3]) Kupferreiche Sande im Malaguitgebiet bei Paracale, Luzon; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 387—389. — Beck, Erzlagerstätten. 1901, 689.

[4]) Sul giacimento sedimentario cupro-plumbifero di Cap Garonne presso Tolone; Rass. Min., XIV, 1901, No. 16. — Ders., Depositi dei minerali metalliferi, 116—118. — Ders., Die geschichteten Erzlagerstätten und das Erzlager vom Cap Garonne in Frankreich; Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 281—283.

[5]) Bull. soc. franç. de min., XVI, 40; Ref. Groths Ztschr. f. Krist., XXV, 1896, 310.

Pharmakosiderit, Baryt, Brochantit, Lettsomit, Kupferlasur, Malachit, Kupferuranit und Zeunerit.

Erwähnung verdient eine Angabe Strishows,[1]) wonach im Sande des Uruch und seiner Nebenflüsse (Kreis Wladikawkas), sowie in fluvioglazialen Ablagerungen am Fuße der Kaukasusvorberge des Ter-Gebietes Bleiglanz im feinverteilten Zustande anzutreffen ist.

Recht weitverbreitet ist auf Seifen der Zinnober. Er findet sich auf verschiedenen Gold- und Platinseifen, z. B. im Ural, in Alaska und Australien, in untergeordneter Menge. Zinnoberführende Trümmerlagerstätten begleiten häufig unmittelbar die anstehenden Quecksilbervorkommnisse und haben dann wohl auch zur Entdeckung solcher geführt, wie am Monte Amiata, in Oregon, Kalifornien und Columbien.

Im folgenden sollen besprochen werden:

I. Die alluvialen Gold- und Platinseifen.
II. Die alluvialen und eluvialen Zinnseifen.
III. Die alluvialen Eisenerzseifen.

I. Die alluvialen Gold- und Platinseifen.[2])

Die wichtigsten Seifenablagerungen[3]) sind die Gold- und die sehr viel weniger verbreiteten Platinseifen. Beide, ihrer Herkunft nach zwar verschiedenen,

[1]) Neue Lagerstätten von Bleiglanz und Zinkblende im Ter-Gebiet; Bergjourn., 1902, III, 157—168; Ref. N. Jahrb., 1904, I, — 227 —.

[2]) Zerenner, Anleitung zum Gold-, Platin- und Diamenten-Waschen, 1851. — Helmhacker, Das Vorkommen des Goldes auf sekundären Lagerstätten; Leob. Jahrb., XXVII, 1879, 222—263. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der sekundären Goldlagerstätten; Berg- u. Hüttenm. Ztg., L, 1891 (in zahlreichen Artikeln), und LI, 1892, 9—12. — Pošepný, Zur Genesis der Metallseifen; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXV, 1887, 325—333. — Ders., Über die Genesis der Erzlagerstätten; Leob. Jahrb., XLIII, 1895, bes. 197—219. — Reutovsky, Das Suchen nach Gold; Ztschr. f. Goldindustrie, 1892 u. 1894; Ref. N. Jahrb., 1898, I, — 304 —. — Smyth, The origin and classification of placers; Eng. Min. Journ., LXXIX, 1905, 1045—1046, 1179—1180, 1228—1230. — Levat, L'industrie aurifère, Paris 1905. — Curle, The gold mines of the world, London 1905. — Sueß, Die Zukunft des Goldes, 1877. — Maynard. Remarks on a gold specimen from California; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VIII, 1880, 451—457. Mit Diskussion (Sterry Hunt, Egleston, Kerr). — Egleston, The formation of goldnuggets and placer deposits; Transact. Am. Inst. Min. Eng., IX, 1881, 633—646; Ref. N. Jahrb., 1883, II, — 199 —. — Ders., The cause of rustiness and of some of the losses in working gold; ebenda 646—650. — Newberry, The genesis and ditribution of gold; Eng. Min. Journ., XXXII, 1881, 416—417. — Devereux, The occurrence of gold in the Potsdam formation, Black Hills, Dakota; Transact. Am. Inst. Min. Eng., X, 1882, 465—475. — Cohen, Über die Entstehung des Seifengoldes; Mitt. d. naturw. Ver. f. Neuvorpommern u. Rügen, XIX, 1887, 198; Ref. N. Jahrb., 1889, I, — 439—440 —; Ztschr. f. Krist., XVII, 1890, 294—295. — Kulibin, Über Seifengold; Gorni Journal, 1886, 376, und Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XXXVII, 1889, 109; Ref. N. Jahrb., 1888, I, — 78—79 —. — Liversidge, On the origin of moss gold; Proc. Roy. Soc. New South Wales, XXVII, 1893, 287 bis 298. — Ders., On the origin of goldnuggets; ebenda 303—343; Ref. N. Jahrb., 1896, I, — 390—391 —; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 401—402. — Browne, California placer gold; Eng. Min. Journ., LIX, 1895, 101—102. — E. Maier, Die Goldseifen des Amgun-Gebietes; Ztschr. f. prakt. Geol., 1906, 101



wegen ihres hohen Gewichtes und ihrer fast völligen Unzerstörbarkeit aber einander ähnlichen Metalle zeigen auch in den Trümmerlagerstätten, auf welchen sie sich mitunter zusammenfinden, bezüglich ihrer Verteilung ein gleiches Verhalten, so daß das im nachstehenden für das Gold Gesagte teilweise auch für die Platinseifen gilt.

a) Die Goldseifen.

Das auf den alluvialen Goldseifen anzutreffende Gold entstammt mindestens zum größten Teil Golderzgängen, und zwar meistens den eigentlichen Goldquarzgängen. Es versteht sich indessen von selbst, daß das bei der Verwitterung sämtlicher goldhaltiger Sulfide freiwerdende Gold sich in alluvialen Seifen anreichern kann; so ist das ziemlich silberreiche Schwemmgold von Butte in Montana auf die dortigen Silberkupfererzgänge zurückzuführen, und für das bosnische Seifengold vermutet v. Foullon hauptsächlich eine Herkunft von goldhaltigen Fahlerzlagerstätten. Wie sich weiter unten zeigen wird, nimmt man mehrfach, gewöhnlich ohne genügende tatsächliche Unterlagen, auch eine Abstammung des Alluvialgoldes aus einem in den Schiefern oder Eruptivgesteinen feinverteilten Goldgehalt an. In manchen solchen Fällen ist es aber später doch gelungen, wenigstens schwach goldführende Quarzgänge im Untergrund oder im Hinterlande der Seifen nachzuweisen und recht häufig geben sich die später, im Ural ausnahmsweise früher entdeckten und abgebauten Golderzgänge als der Ursprungsort der Seifen mit Sicherheit zu erkennen.

Die Seifenablagerungen bestehen gewöhnlich aus dem von den Flüssen zu Tal geführten, über größere oder geringere Talweiten ausgebreiteten Erosionsschutt. Vielfach entspricht derselbe einer bis in das Diluvium, mitunter sogar bis weit in die Tertiärzeit zurückreichenden Erosionstätigkeit. Je ausgedehnter der Sammelbereich des Wasserlaufes ist, desto größer ist die Möglichkeit, daß die in den Schuttablagerungen enthaltenen Stoffe sehr verschiedenen Lagerstätten entstammen und desto unzuverlässiger werden im allgemeinen alle Versuche, auf das eigentliche Nebengestein der primären Lagerstätten Schlüsse zu ziehen. So stellt sich z. B. auf den tiefergelegenen Abschnitten der uralischen Platinseifen Gold ein, was den falschen Anschein erweckte, als ob beide Metalle derselben Lagerstätte entstammten. In Gebieten uralter Denudation, wie sie zu den flachen Böschungen mancher Mittelgebirge führte, kann im Laufe der Zeiten die Richtung der Ströme und ihr Bereich so gewechselt haben, daß heute eine Goldlagerstätte, welche den Goldgehalt tieferer Geröllschichten lieferte, nicht mehr im Bereiche des jetzigen Wasserlaufes zu liegen braucht.

In Australien, in Neuseeland, in Kalifornien und in Alaska sind es teilweise sehr alte Schuttablagerungen, welche den Gegenstand des Seifenbergbaues bilden; es sind die Ausfüllungen ehemaliger Flußtäler, welche nicht selten

---

bis 129. — Lungwitz, Der geologische Zusammenhang von Vegetation und Goldlagerstätten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 71—74. — Ders., Über die regionalen Veränderungen der Goldlagerstätten; Rostocker Diss., 1899.

[3]) Der bei den englischen und französischen Goldwäschern allgemein eingebürgerte Ausdruck „placer“ ist spanischen Ursprungs und bedeutet Sandbank.

der Erosion dadurch entzogen worden sind, daß sie unter mehr oder weniger mächtigen Lavaströmen begraben wurden, unter welche jetzt der Bergbau vordringt. Die Goldführung mancher rezenter Flüsse beschränkt sich auf diejenigen Stellen oder ist besonders bedeutend dort, wo sie alte Geröllmassen durchschneiden und das Gold zum zweiten oder gar zum dritten oder vierten Male anreichern, wie das E. Maier für die Goldseifen des Amgungebietes gezeigt hat. Alte Flußschotter auf hochgelegenen, die jetzigen Wasserläufe begleitenden oder von ihnen durchnittenen Talterrassen enthalten nicht selten die ersten und ausgedehntesten, oft auch die reichsten Schwemmgoldablagerungen einer Gegend.

Durch den Wassertransport erleidet auch das Gold und Platin eine Abscheuerung, ihre Korngröße eine Verringerung. Die letztere schwankt in den verschiedenen Seifen sehr; das Gold ist wohl in den meisten Fällen hauptsächlich als feiner und feinster Staub vorhanden und auf vielen Seifen sind schon Goldklümpchen von wenigen Gramm Gewicht eine Seltenheit, auf anderen hingegen größere Stücke (engl. „nuggets") verhältnismäßig häufig. Als die größten auf Seifen angetroffenen Klumpen werden folgende genannt:[1])

Ballarat (1858) . . .	83,95, 68,8 und 68,4 kg.
Victoria	54,46 und 50,37 kg.
Neusüdwales (1851) . .	39,31 kg.
„	36,86 „
Miask (1842)	36,04 „
Kalifornien	35,63 „
Preobraschensk . . .	30,4 „

Im allgemeinen haben die massiven, auf den Seifen angetroffenen Goldklumpen größere Dimensionen erreicht, als die bisher von den Gängen gewonnenen (vergl. S. 589). Die natürlichste Erklärung dafür liegt wohl in der Tatsache, daß in den Seifengebieten in langen Zeiträumen, während welcher auf den Gängen selbst Gelegenheit zu sekundären Anreicherungen der Ausstriche gegeben gewesen sein mag (s. z. B. S. 611), sämtliche Golderzgänge bis zu wohl nicht unbeträchtlichen Teufen zerstört und aufbereitet worden sind, also eine natürliche Goldförderung stattgefunden hatte, mit welcher sich die Aufschließung durch den Bergbau auch nicht entfernt vergleichen kann. Gerade die sekundär veredelten, durch größere Goldanreicherungen ausgezeichneten Ausstriche haben sicherlich dem Bergbau nicht annähernd so viel Gold geliefert, wie aus solchen in langen Zeiten der Oberflächenverwitterung in die Seifen übergegangen ist. Die Wahrscheinlichkeit liegt also vor, daß dort neben den zahllosen kleinen Klumpen auch in seltenen Fällen mehr größere angetroffen werden als auf den Gängen.[2])

[1]) Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XLVII, 1899, 143. — In der englischen Literatur sind die Gewichte nach Pfunden zu 453,6 g und nach Unzen zu 28,35 g berechnet. — Die obigen Zahlen weichen etwas von denjenigen ab, welche Cumenge und Robellar (L'or dans la nature) und danach Levat mitgeteilt haben. — Browne (Eng. Min. Journ., LIX, 1895, 101) gibt das Gewicht der Goldmasse aus dem Gange von Carson Hill (s. S. 589) zu 195 Pfund und seinen Wert zu 13534 Dollar an.

[2]) Bis vor etwa 30 Jahren war das primäre Vorkommen des Platins unbekannt; niemals hat man davon in einem Serpentin größere Massen gefunden, während auf den Platinseifen bis zu 10 kg schwere Klumpen angetroffen wurden.

Unter den Goldwäschern war und ist die Ansicht verbreitet, daß, wenn die Seife goldreich sei, auch die anstehende Lagerstätte reich sein müsse. Eine einfache Überlegung zeigt aber, daß das ganz irrig sein kann. Denn je nach der Verwitterbarkeit des Nebengesteins oder der Gang- und Lagerarten, je nach der Konsistenz der Verwitterungsprodukte, ihrem spezifischen Gewicht und ihrer Korngröße, je nach der Stärke des Transportmittels, dem räumlichen Verhältnis zwischen Ursprungsgebiet des Erzes und dem der begleitenden Schuttmassen usw. wird sich die Armut oder der Reichtum der Seife von Fall zu Fall ändern. In vielen Fällen hat tatsächlich eine Konzentration des Erzgehaltes auf der sekundären Lagerstätte stattgefunden; so hatte man seit langer Zeit Platinseifen abgebaut, ohne in dem Muttergestein des Edelmetalls dieses erkannt zu haben; ebenso sind in manchen Gegenden Diamanten auf Seifen gewonnen worden, ohne daß es dort bis jetzt gelungen wäre, deren eigentliches Muttergestein nachzuweisen; in Mitteldeutschland haben in früheren Jahrhunderten längs verschiedener Flüsse Goldwäschereien bestanden, ohne daß man bis heute etwas sicheres über die Herkunft des Edelmetalls wüßte. Andererseits ist man wohl auch geneigt, den Reichtum mancher Seifen im Vergleich mit dem Reichtum der primären Lagerstätte zu überschätzen, indem man außer Acht läßt, daß die Gewinnbarkeit dort stets eine viel einfachere, auch bei geringem Gehalt häufig lohnendere ist, als die Gewinnung aus dem festen, anstehenden Gesteine oder Gange. Zudem hatte, wie gesagt, sicherlich mitunter schon eine relative Anreicherung des Erzes in denjenigen Zonen der primären Lagerstätte stattgefunden, welche allein der natürlichen Aufbereitung unterworfen wurden. Die Bauwürdigkeit einer Seife ist außer von ihrer Erstreckung und der Menge und Verteilung ihres nutzbaren Gehalts vor allem auch abhängig von der Mächtigkeit des Deckgebirges und der zur Wascharbeit nötigen Wassermenge. Da die Aufbereitung des erzhaltigen Materials bei genügendem Wasservorrat viel leichter ist als bei der Gewinnung aus Gang- und Lagermassen, so darf man auch der Verwertbarkeit der Seifen einen viel geringeren Gehalt zugrunde legen. Während ein abbauwürdiger Goldquarzgang meistens einen Goldgehalt von etwa 5 g (0,0005 %) in der Tonne haben muß, können Goldseifen unter günstigen Bedingungen schon bei einer zehnmal geringeren Goldführung mit Gewinn abgebaut werden, ja nach Wolff hat man in Viktoria noch Seifen mit nur 0,00002 % Gold verwaschen.[1])

Die nutzbaren Bestandteile sind innerhalb des Seifengebirges nicht immer gleichförmig verteilt, sondern häufiger in bestimmten Lagen, in Nestern und Strichen des lockeren Materials und besonders gern auf dem Boden des Grundgebirgs (bedrock der Amerikaner und Engländer), in Rinnen, Spalten und Löchern, besonders auch in den karrenförmigen Austiefungen von Kalkstein

[1]) Bei allen Angaben über den Goldgehalt der Seifen ist zu bedenken, daß diese sich auf die abbauwürdigen Teile beziehen, während die offenbar gleichfalls vorhandene Goldführung der nicht verwaschenen Schichten gewöhnlich nicht erwähnt wird. Die Produktionsziffern sind häufig unzuverlässig, weil gerade aus den oft entlegenen Seifendistrikten infolge Diebstahls oder zum Zwecke der Steuerhinterziehung das Gold auf geheimen Wegen in den Verkehr wandert.

(z. B. im Ural) so angereichert, daß diese sorgfältig ausgekratzt werden müssen. Wo unter dem Gerölle der Felsgrund zermürbt und aufgelockert ist, ja sogar in verhältnismäßig festem Gestein, sickert der Goldstaub in Ritzen und Fugen, indem er es anreichert. Hinter Barren härteren Gesteins im alten Talboden, in Strudellöchern, an Flußkrümmungen, dort, wo etwa bei der Einmündung anderer Gewässer die Geschwindigkeit des Wasserlaufes verringert wurde, hat eine Anhäufung der schweren Bestandteile stattgehabt. Die zuletzt erwähnten Tatsachen, welche überall wiederkehren, verstehen sich von selbst. Auffälliger ist die Erscheinung, daß sich fast ganz allgemein der Hauptreichtum der alten wie der jungen Seifen unmittelbar über dem anstehenden Felsgrund angesammelt hat. Man könnte daraus zunächst folgern, daß in der ersten Zeit der Seifenbildung die Abrasion und die Aufbereitung des goldführenden Gebirges eine intensivere gewesen sei; dem widerspricht aber der Umstand, daß die Erscheinung fast ausnahmslos überall wiederkehrt. Mit Pošepný wird man annehmen dürfen, daß das Gold und das Platin im Laufe der Zeiten allmählich durch die lockeren Ablagerungen mechanisch zur Tiefe sinken; dies muß selbstverständlich dann der Fall sein, wenn der Detritus selbst durch die Wasserbewegung aufgeschlämmt und verlagert wird. Es gibt Fälle, wo die Zonen des Reichtums sich wiederholen und es ist dann mitunter nachzuweisen, daß die oberen Goldlagen über einer undurchlässigen Schicht liegen. Man spricht dann von einem „falschen Seifenboden" („false bottom").

Der Grad der mechanischen Abschleifung der Metallpartikel wird im allgemeinen von der Weite des erlittenen Transports abhängen. Auf eluvialen Seifen, wie in Guyana, kann eine solche überhaupt kaum wahrnehmbar sein. Entsprechend der Herkunft des meisten Seifengoldes von Quarzgängen sind auch auf manchen Seifen mit Gangquarz verwachsene Nuggets nicht selten.

Wiederholte Vergleiche haben zu der sehr verbreiteten Annahme geführt, daß das Gold außer einer mechanischen Anreicherung auf den Seifen auch eine chemische Läuterung erfährt. Da die Goldführung innerhalb eines weiten, für die Seifenablagerungen als Hinterland dienenden Ganggebietes eine recht verschiedene sein kann, so haben Vergleiche über den Feingehalt des Berg- und Seifengoldes nur einen Wert, wenn sie sich auf zahlreiche Proben oder auf den durchschnittlichen Feinertrag langjähriger Produktionen stützen. Die Läuterung des Ganggoldes erfolgt nach der allgemeinen Annahme dadurch, daß das Silber und das Kupfer, die gewöhnlichen Verunreinigungen des Ganggoldes, durch gewisse, aus dem Mineralgehalt der Seifen hervorgehende Lösungen (Schwefelsäure, Chlornatrium usw.) aus der Legierung ausgelaugt werden. Diese Auffassung ist eine alte und eingebürgerte. Devereux suchte sie zuerst durch Studien am Ganggold der Homstake-Lagerstätte und am Gold der kambrischen Seifen der Black Hills, welche, wie man annimmt, von letzterer herstammen sollen, zu begründen. Danach betrug der Feingehalt von 4 Proben Seifengold zwischen 893 und 917, derjenige von 5 Proben Homstake = Rohgold 820—850 Tausendteile. Ersteres schien um so reiner zu sein, je feinkörniger es war, d. h. je intensiver es einem etwaigen Läuterungsprozeß unterworfen sein konnte; außerdem schien eine rauhe Oberfläche der Goldklümpchen für eine Anätzung

zu sprechen. Cohen fand für südafrikanisches Ganggold und vermutlich von denselben primären Lagerstätten herrührendes Seifengold keine die herrschende Ansicht bestätigende Unterschiede. Die nachstehenden von Schwanert ausgeführten Analysen beziehen sich auf:

I. Ganggold von Buttons Reef bei Eersteling unweit Marabastad im nördlichen Transvaal.

II. Seifengold von dem einige Kilometer unterhalb des goldführenden Quarzganges I gelegenen Buttons Creek, das zweifellos auf den Quarzgang I oder die denselben benachbarten Gesteine zurückzuführen ist (2,4 g).

III. Seifengold in kleineren Blättchen und Körnchen ebendaher.
a) 0,9405 g. b) 1,2624 g.

IV. V. VI. Die Analysen I, II, III (IIIa und IIIb im Mittel genommen) unter Fortlassung des Rückstandes und des Kupfers auf 100 berechnet.

	I.	II.	III a.	III b.	IV.	V.	VI.
Rückstand . .	0,02	0,78	0,07	0,07	—	—	—
Silber	5,16	6,49	4,64	4,57	5,18	6,63	4,58
Gold	94,48	91,38	95,16	94,87	94,82	93,37	95,42
Kupfer . . .	0,25	0,09	—	0,11	—	—	—
Eisen	Spur	Spur	Spur	Spur	—	—	—
	99,91	98,74	99,87	99,62	100,00	100,00	100,00

Beachtung verdienen die Angaben Brownes über den Gehalt kalifornischer Goldlagerstätten. Danach schwankte der Feingehalt des Goldes von 800 Seifenwerken zwischen 650 und 988, von 200 Quarzgängen zwischen 550 und 980 Tausendsteln. Die Durchschnitte betrugen 890 bezw. 820 Tausendstel. Es zeigten nämlich:

Feingehalt			der Seifen	der Gänge
Feingehalt	unter 700	Tausendstel .	1 % der Seifen,	8 % der Gänge,
"	v. 700—800	" .	4 " " "	14 " " "
"	" 800—900	" .	50 " " "	65 " " "
"	über 900	" .	45 " " "	13 " " "
			100	100

Browne weist aber darauf hin, daß auch diese Verhältnisse keineswegs für die alte Ansicht unbedingt beweisend seien, denn man müsse zuletzt doch das Seifengold mit dem Gold des Ganges vergleichen, von welchem es wirklich herstamme. Indessen bezeichnet er es als eine sichere Tatsache, daß das feinere Gold reiner sei als das grobe. Er gibt ferner an, daß auf der Ruby-Grube der Feingehalt des Seifengoldes 898, der in einem benachbarten Quarzgang nur 865 betragen habe; ein etwa 6 kg schwerer Klumpen ergab nur 849, das bei weitem überwiegende Staubgold etwa 910 Tausendstel. Erfahrungsgemäß sei auch die Außenschicht der Klumpen reicher als der Kern. Hoffmann (zitiert von Browne) führt weiterhin an, daß gerade dort, wo reichlich Wasser auf den Seifen zirkuliere, die Läuterung des Goldes am höchsten sei und sogar eine Steigerung des Feingehaltes um $^1/_2$ % bedingen könne. Auch für den Ural hat man schon seit längerer Zeit den größeren Adel des Waschgoldes im Vergleich zum Berggold

als feststehend betrachtet;[1]) auf den Seifen von Beresowsk beträgt er 0,910 bis 0,925, auf den benachbarten Gängen von Pyschminsk 0,866 %. Kulibin hat dieses Verhältnis gleichfalls durch eine natürliche Läuterung erklärt. In Viktoria besitzt der feinkörnige Goldstaub einen höheren Feingehalt als das Ganggold. E. Maier konnte neuerdings auf Grund von Goldproben für das Amgungebiet die geltende Regel nicht bestätigen; er fand im Gegenteil den höchsten Goldgehalt in einem 17 g schweren Goldnugget, den niedrigsten im feinen Goldsand.

Ganz anderer Art ist die Frage, ob das Gold selbst auf den Seifen eine nennenswerte chemische Umlagerung erfahren habe und ob gar die Bildung der Goldklumpen auf eine Auflösung und eine Wiederausfällung unter konkretionärer Anreicherung zurückzuführen sei. Egleston hat am ausführlichsten diese Annahme zu begründen versucht. Er glaubte, daß zwar das meiste Gold innerhalb der Seifen ursprünglich in Gestalt fein zerriebener Partikelchen vorhanden gewesen, später aber durch chemische Prozesse konzentriert worden sei. Er wies auf die schon erörterten Tatsachen hin, daß sich auf den kalifornischen Seifen das Gold besonders nahe dem festen Grundgebirge findet, daß die gröberen Goldkörner und -klumpen eine teilweise recht unregelmäßige Gestalt besitzen und daß das Seifengold einen größeren Feingehalt zu haben pflegt als das Berggold benachbarter Gänge. Man hat ferner an die Tatsache erinnert, daß arme und zunächst unverwertbare Schlämme der Goldwäschen späterhin wieder Erträgnisse geben, und daß man auf den kalifornischen Seifen Schwemmholz angetroffen hat, das mit goldhaltigem Pyrit inkrustiert war. Nach Brough Smith soll auch das Zimmerungsholz gewisser Goldgruben in Viktoria samt neugebildetem Pyrit in und auf diesem Gold enthalten. Egleston hat ferner durch eine große Anzahl von chemischen Versuchen bestätigt, daß das Gold in vielen Agentien löslich ist, die sich innerhalb der Seifen selbst bilden können, und daß organische Substanzen das Metall aus seinen Lösungen wieder auszufällen vermögen. Neuerdings hat auch Lungwitz[2]) chemischen Prozessen auf Goldseifen eine weitgehende Rolle zugeschrieben und u. a. angenommen, daß Königswasser, das sich unter Einwirkung freier Schwefelsäure auf Chlornatrium und natürliche Nitrate bilden könnte, als Lösungsmittel in Betracht käme.

Die Tatsache, daß alte Wäscheschlämme später wieder verarbeitbar werden, wird man mit Recht damit erklären können, daß viele Goldpartikelchen bei der ersten Verwaschung, die zugleich eine Amalgamation ist, mit Ton oder Brauneisenerz überkrustet und dem Angriff des Quecksilbers unzugänglich gewesen sein mögen, Hindernisse, die sich bis zum zweiten Gewinnungsversuch verringert haben können. So ist nach Dubois das sogen. Schwarzgold auf den Goldseifen Surinams nicht amalgamierbar, weil es mit einer Kruste von Eisenoxyd oder organischer Substanz umrindet ist. Es hat ferner E. Maier darauf hingewiesen, daß sich schon in den Halden der Goldwäschen das Gold nach der Tiefe zu mechanisch anzureichern vermag. Arzruni bemerkt,[3]) daß sich auf den uralischen Seifen das Gold teilweise noch in frischen Kiesen finde und erst nach deren Verwitterung gewinnbar werde.

Daß allerlei Lösungsmittel das Gold insbesondere im eisernen Hut der Gänge aufzunehmen und unter Einwirkung von ausfällenden Substanzen wieder aus-

[1]) Dem widersprach allerdings G. Rose (Reise nach dem Ural, 1837, 242).

[2]) Die Angabe Lungwitz', daß Gold sich in der Asche gewisser, über Goldlagerstätten gewachsener Harthölzer vorfinde, kann Dubois (Geologisch-bergmännische Skizzen aus Surinam, 63—64) auf Grund zahlreicher, mit Kolbeck ausgeführter sorgfältiger Untersuchungen nicht bestätigen.

[3]) Untersuchung einiger granitischer Gesteine des Urals; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXVII, 1885, bes. 890.



zuscheiden und anzureichern vermögen, unterliegt keinem Zweifel. Aber die Seifen, welche so reich sind an leicht zerstörbaren Eisen- und Manganverbindungen sowie häufig auch an leicht zersetzbaren Gesteinen zeigen gerade an diesen nicht die tiefgehenden Veränderungen, welche die Begleiter des Goldes in ganz besonderem Maße und vor der Auflösung und Umlagerung des letzteren erfahren haben müßten. Die tatsächlichen Beobachtungen sprechen zu wenig für Eglestons theoretische Erörterungen; sichere Beweise, die eine nennenswerte chemische Umlagerung des Goldes auf den alluvialen Seifen dartun könnten, fehlen scheinbar ganz. Gerade von den Praktikern werden deshalb die Eglestonschen Ideen abgelehnt, wie dies auch durch Newberry, Cohen, Pošepný, Liversidge, Maier u. a. geschehen ist.

Es sollen im folgenden die wichtigsten Goldseifen so weit gekennzeichnet werden, als sie ein allgemeineres Interesse besitzen. Wegen aller Einzelheiten muß auf die Literatur verwiesen werden.

1. Schwemmgold in vortertiären Schichten.

Da die Seifen fast ausnahmslos Gebilde des Festlandes sind, die im Laufe der Zeiten entweder der Erosion oder der Brandung einer transgredierenden Meeresbedeckung zum Opfer fallen, so werden, entsprechend dem verhältnismäßig untergeordneten Vorkommen alter Festlandsablagerungen überhaupt, auch alte („fossile") Seifen selten sein. In den wenigen bekannten Fällen handelt es sich teilweise sogar um marine Ablagerungen.

Das am häufigsten genannte, von Devereux zuerst beschriebene und auch neuerdings von Irving wieder als solches erwähnte Beispiel für eine vortertiäre Goldseife ist das Vorkommen im Kambrium der nördlichen **Black Hills**, in der Gegend von Lead City und in der Nähe der Homestake-Goldlagerstätte[1]) (S. 387). An der Basis des diskordant über steil aufgerichteten Schiefern liegenden Kambriums befindet sich ein durchschnittlich etwa 1 m mächtiges, nach oben in festen Quarzit übergehendes Konglomerat von vorwaltenden Quarz- und Quarzschiefergeröllen; in unregelmäßigen Vertiefungen der alten Strandfläche und nahe dem alten Felsuntergrund führt das Konglomerat gerundete Goldblättchen, die zweifellos als Seifengold zu betrachten und wahrscheinlich auf die Zerstörung des Homstake lode zurückzuführen sind. Die goldhaltigen Gesteine sind aber nachträglich noch von Pyrit imprägniert worden, der möglicherweise selbst etwas goldführend war und dessen von der Bildung von Eisenoxydsulfat begleitete Verwitterung nach Irving auch eine teilweise Umlagerung des Seifengoldes verursacht haben soll. Gänge von Rhyolith durchsetzen die Konglomerate. Diese alten Seifen werden noch an fünf Stellen mit gutem Gewinn abgebaut.

Als ein weiteres Beispiel für alte Strandseifen pflegen goldführende Konglomerate an der Basis der Karbonformation nördlich von Gulgong[2]) in

[1]) Devereux, The occurrence of gold in the Potsdam formation; Transact. Am. Inst. Min. Eng., X, 1882, 465—475. — Irving, Ore deposits of the northern Black Hills; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 225, 1903, bes. 131—132. Nach Irving ist der Goldgehalt der Schiefer von Homstake nicht syngenetisch, sondern auf eine spätere Imprägnation zurückzuführen.

[2]) Wolff, Das australische Gold; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXIX, 1877, 156—157.



Neusüdwales erwähnt zu werden, von denen weiter unten noch die Rede sein soll. Manche Kohlen sind etwas goldführend. So besitzen gewisse Budweiser[1]) Kohlen und solche in Transvaal[2]) einen geringen, nicht ausbringbaren Goldgehalt. Chance[3]) berichtete über den 1,5—7,5 g in der Tonne betragenden Goldgehalt einer kretazeischen Kohle in den Black Hills. Nach Kemp[4]) enthält ein subkarbonisches Konglomerat im südöstlichen Neuschottland Gerölle von den dortigen Goldquarzen. Früher soll ein goldführendes Konglomerat der Steinkohlenformation zu Bassège im südlichen Frankreich abgebaut worden sein.[5])

Die afrikanische **Goldküste**[6]) hat ihren Namen wegen des regen Tauschhandels mit Gold erhalten, der sich bald nach ihrer Entdeckung durch die Portugiesen (XV. Jahrhundert) an ihr entwickelte. Die Ausfuhr an Edelmetall ist zwar später zurückgegangen, indessen wird noch jetzt durch Eingeborene und seit 1866 auch durch europäische Gesellschaften Gold gewonnen, und die vorliegenden, in geologischer Hinsicht wenig genauen Berichte könnten vermuten lassen, daß dem Distrikt noch eine große bergmännische Zukunft bevorstehe. Das Gold wird teils aus Alluvium, teils auf seinen primären Lagerstätten gewonnen, namentlich im Gebiete des unfern Axim in das Meer mündenden Ankobra-Flusses und in der 20 km weiter östlich liegenden Hügelkette von Effuenta oder Tarcquah im Wassaudistrikte (5° 20′ nördl. Br. und 1° 60′ westl. L. von Greenwich). Nach Gesteinsproben dieser Gegenden, die Gümbel untersuchen konnte, treten in der Tarcquah-Goldregion, ähnlich wie im Gebirgslande von Oberguinea, kristallinische Urgebirgsfelsarten in großer Verbreitung auf, namentlich Quarzit-, Hornblende-, chloritische Schiefer und Diorit, sowie Phyllit. Mehrfach finden sich pegmatitartige, grobkörnige Granite. Das Gold scheint weniger auf Gängen einzubrechen, sondern in sedimentären Quarziten und Quarzschiefern vorzukommen, namentlich in einem typischen Itabirit, der dünnstreifig

---

[1]) Notizen Stelzners zu einem Gutachten.

[2]) Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 258—259.

[3]) The diservery of new gold districts; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1900, bes. 227—228.

[4]) Ore deposits, 1900, 397.

[5]) Fuchs et de Launay, Gîtes minéraux, II, 952. — Zirkel, Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 428. — Siehe auch Becker, The Witwatersrand banket with notes on other gold-bearing pudding stones; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., 1896—1897, V, 153—184, Lit.; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 212—217. — Lindgren, An auriferous conglomerate of jurassic age from the Sierra Nevada; Am. Journ. Sc., XLVIII, 1894, 275—280; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 30; N. Jahrb. 1897, I, 292—293. — Pošepný, Über die Genesis der Erzlagerstätten; Leob. Jahrb., XLIII, 1895, 214—219.

[6]) Dahse, Report of the Effuenta Gold Mines, 1879. — Ders., Die Goldküste; Deutsch. geogr. Blätter, herausgeg. v. d. geogr. Ges. in Bremen, V, 1882, Heft 2, S. 81. — Gümbel, Beiträge zur Geologie der Goldküste in Afrika; Sitzungsber. der math.-phys. Cl. d. k. b. Akad. der Wissensch., 1882, 170—196. — Behm, Die Goldfelder von Wassa; Peterm. Mitt., 1880, 175—178. — Futterer, Afrika in seiner Bedeutung für die Goldproduktion; 1895, 71 ff., Lit. — Phillips and Louis, Ore deposits; II. ed., 728—730. — Die Goldgruben an der Goldküste. Nach Financial News, London, July 1899; in Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 374. — Sawyer, The Tarcquah gold-field, Goldcoast, West Africa; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., XXII, 1901—1902, 402—417. — Halse, ebenda XXIV, 1902—1903, 416—417. — Schoch, The genesis of the Tarkwa Banket; Eng. Min. Journ., LXXIX, 1905, 1235—1236. — Truscott, The Witwatersrand Goldfields; II. ed., 1902, 487—508, zitiert von Beck. — Beck, Einige Bemerkungen über afrikanische Erzlagerstätten; Ztschr. f. prakt. Geol., 1906, 205—209.

geschichtet ist, vorwaltend aus kristallinisch-körnigem Quarz und Eisenglanzkörnchen, daneben aus silberweißen Glimmerschüppchen besteht und dem bekannten Gesteine von Minas Geraës auffällig gleicht. In dem westlich von Accra gelegenen Küstendistrikte Devils Hill scheinen hornblendeführende Urgebirgsschiefer zu herrschen. Sie stehen in inniger Verbindung mit Strahlsteinschiefer, Quarzit- und Chloritschiefer sowie Phyllit und sind reichlich mit goldhaltigen Kiesen (Arsen-, Schwefel- und Kupferkies) imprägniert. Auch Serpentin findet sich, der ebenfalls reich an Arsenkies ist.

Neuerdings ist von den goldführenden Konglomeraten der Gegend von Wassau viel Lärm gemacht worden und man hat sie mit den reichen und nachhaltigen Konglomeratflözen von Johannesburg verglichen. Sie sollen sich von letzteren hauptsächlich dadurch unterscheiden, daß in der Tiefe fast kein Pyrit einbricht. Die zwischen NO.—SW. und NNO.—SSW. streichenden, SW. unter 30—70° einfallenden Konglomeratschichten sind 0,6—2,4 m mächtig und sollen 35 km weit zu verfolgen sein; der Goldgehalt beträgt stellenweise angeblich 120 g pro Tonne, ist aber im allgemeinen sehr viel niedriger. Die eigentliche Natur des Tarcquah-Konglomerates ist scheinbar nicht sicher bekannt. Schoch hat neuerdings die Ansicht geäußert, daß es eine Goldseife sei, deren Goldgehalt eine chemische Umlagerung erfahren habe. Das Gold tritt in feinsten Kriställchen, Blättchen usw. auf und ist hauptsächlich an Eisenglanz gebunden. Verschiedene Analysen ergaben die Abwesenheit von Titan. Besonders Glimmer (Serizit) ist in den Konglomeraten sehr verbreitet; Beck nennt außerdem Magnetit, Chlorit, einen chloritoidartigen Glimmer, Turmalin, Korund und gerollte Kriställchen von Zirkon. Wie weit diese Mineralien authigen sind, geht aus den Beschreibungen nicht hervor. Das Rohgold hat einen Feingehalt bis zu 989 Tausendstel.

2. Tertiäre und jüngere alluviale Goldseifen.

Einige Literatur über alluviale Goldseifen.

(Man siehe auch die Literaturangaben zu den Golderzgängen.)

Daubrée, Sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin; Ann. d. min. (4), X, 1846, 3—36.

Leonhard, Geognostische Skizze des Großherzogtums Baden, 1846, 101—102.

Neumann, Die Goldwäscherei am Rhein; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LI, 1903, 377—420.

Pošepný, Die Goldwäschen Salzburgs; Arch. f. prakt. Geol., I, 1880, 182—185. — Ders., Die Goldvorkommen Böhmens und der Nachbarländer; ebenda II, 1895, 1—484.

v. Wolfskron, Die alten Goldwäschen am Salzachflusse in Salzburg; ebenda II, 1895, 485—498.

Tschermak, Goldwäscherei bei Klosterneuburg; Tscherm. Mitt., XXI, 1902, 181.

Goldgewinnung in der Donau; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., LII, 1904, 505—506.

Geistbeck, Die Goldwäschen an den südbayerischen Flüssen; Jahresb. geogr. Ges. in Münch., 1877—1879, zitiert von Gümbel, Geologie von Bayern, 303.

Canaval, Über die Goldseifen der Lieser in Kärnten; Pošepnýs Arch. f. prakt. Geol., II, 1895, 598—608. — Ders., Die Goldseifen von Tragin bei Paternion in Kärnten; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXXV, 1885, 105—122.

Nöggerath, Über das Vorkommen des Goldes in der Eder und in ihrer Umgegend; Karst. Arch. f. Min., VII, 1834, 149—166, Lit.

Leo, Geschichtliche Nachrichten über die Gold-Wasch- und Bergwerksversuche in dem Fürstenthum Schwarzburg-Rudolstadt; Berg- u. Hüttenm. Ztg., I, 1842, 837—843.

Voigt, Über das ehemalige Goldbergwerk zu Steinheide auf dem Thüringer Walde; v. Bronn und v. Trebra, Bergbaukunde, I, 1789, 182—199.

Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges, 1879, 301, 324, 387.

Gold im Fichtelgebirge und im Böhmerwald: Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 454; 1897, 35.

Williger, Die goldführenden Schichten Niederschlesiens und der Bergbau auf dieselben im 11.—14. Jahrhundert; Berg- und Hüttenm. Ztg., XL, 1881, 65—69.

Goldbergbau in der Eifel (zu Born und Deidenberg im Kreise Malmedy); Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 453.

Dewalque, Découverte de l'or en Ardenne; N. Jahrb., 1898, I, — 429 —; Ann. soc. géol. d. Belg., XXIII, 1895—1896, Bull. XLIII.

Die Goldseifenlager bei Olahpian in Siebenbürgen; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LIV, 1895, 83.

Kudernatsch, Goldwäschereien in der österreichischen Monarchie; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., II, 1851, 164.

de Thury, Mines d'or du département de l'Isère; Journ. d. Mines, XX, 1806, 101—118.

Giulio, Sur l'or natif en paillettes, qu'on trouve dans les collines des environs de la commune de Saint-Georges, arrondissement de Chivas, département de la Doire; ebenda 145—154.

François, Sur l'origine des fers limoneux et des sables aurifères de l'Ariège et de la Haute-Garonne; Ann. d. min. (3), XVIII, 1840, 417—432.

Diday, Note sur le gisement de l'or dans les environs de Gênes; ebenda (4), XVIII, 1850, 535—540.

Jones, Development and working of minerals in the province of Leon, Spain; Transact. Inst. Min. Eng., XX, 1900—1901, 420—441.

Beuther, Das Goldland des Plinius; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIX, 1891, 55—74.

v. Foullon, Über Goldgewinnungsstätten der Alten in Bosnien; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XLII, 1892, 1—52; Verh. 1892, 110—111.

Rücker, Einiges über das Goldvorkommen in Bosnien, Wien 1896; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 227—228, 231—232; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVI, 1897, 106—108.

Katzer, Über die Zusammensetzung einer Goldseife in Bosnien; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 277—280.

Antoula, Revue générale des gisements métallifères en Serbie, 1900, 16—25.

Dahll, Om fjeld bygningen i Finmarken og guldets forekomst sammesteds; Ref. N. Jahrb., 1893, II, — 109 —.

Das Alluvialgold in der norwegischen Finmark; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LX, 1901, 327—328, nach Henriksen.

Das Vorkommen von Gold in Finland; ebenda LXIII, 1904, 243.

Goldseifen von Karasjok (Nordnorwegen); Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 261, 295.

Rose, Reise nach dem Ural, I, 1837; II, 1842.

Helmhacker, Das Vorkommen des Goldes auf sekundären Lagerstätten; Leob. Jahrb., XXVII, 1879, bes. 228—235, Lit. — Ders., Beiträge zur Kenntnis der sekundären Goldlagerstätten; Berg- u. Hüttenm. Ztg., L, 1891 (Seifen am Altai). — Ders., Der Goldbergbau der Umgebung von Berezovsk am östlichen Abhange des Urals; ebenda LI, 1892.

Zincken, Die Mineralschätze des europäischen Rußlands; ebenda XXXIX, 1880, bes. 301—304, 313—315, 339—340.

Jeremejeff, Beschreibung einiger Mineralien, welche auf den Goldwäschereien der Ländereien der Orenburgschen Kosaken und Baschkiren gefunden wurden; Bergjournal, 1887, III, 263—309; Ref. N. Jahrb., 1889, II, —256—266—.

Melnikow, Über Mineralien aus dem transuralischen Baschkirien; Prot. Sitz. kais. Min.-Ges., 18. X. 1888; Ref. N. Jahrb., 1891, II, —11—13—.

Laurent, Note sur l'industrie de l'or et du platine dans l'Oural; Ann. d. min. (8), XVIII, 1890, 537—579; danach Berg- u. Hüttenm. Ztg., L, 1891, 435—438.

Thieß, Rußlands Goldausbeute und sibirische Goldwäschereien; nach Woloschinow, Kulibin und Karpinski im Jahrb. der Montan-Industrie Rußlands; Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 93—95. — Ders., Die Edelmetallgewinnung Rußlands; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., LIII, 1905, 1—6.

Pošepný, Die Golddistrikte von Berezov und Mias am Ural; Arch. f. prakt. Geol., II, 1895, 499—598, Lit.

Karpinsky, Guide des excursions du VII. Congrès géol. intern., 1897, V, Versant oriental de l'Oural, 14—15.

Futterer, Beiträge zur Geologie des Süd-Ural; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 338—347.

Krusch, Übersicht über die nutzbaren Lagerstätten Rußlands; Referat über verschiedene Arbeiten; ebenda 1897, 272—274.

Davidson, Der Bergbau in Rußland (nach Kowalewski); Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XLV, 1897, 90—95.

Die Goldproduktion in Bokhara und Turkestan; Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 26—27.

v. Krafft, Mitteilungen über das ost-bokharische Goldgebiet; ebenda 37—43.

Gribassow, Der Goldbergbau in Sibirien; Berlin 1896.

Reutovsky, Der goldführende Rayon des Tomskschen Bergkreises, 1896; Ref. N. Jahrb., 1898, I, —305—.

Reutovsky und Saytzew, Geologische Karte des nordöstlichen Teils des Tomskschen Bergkreises; Ztschr. f. Goldindustrie, Tomsk 1896; Ref. N. Jahrb., 1898, I, —305—306—.

Saytzew, Verschiedene Arbeiten über die westsibirischen Goldseifen; Ref. N. Jahrb., 1897, I, —78—79—. — Ders., Zur Frage über die ursprünglichen Lagerstätten des Goldes im goroblagodatskischen Kreise; Ural. Berg-Rundsch., 1898, No. 20—22; Ref. N. Jahrb., 1899, I, —480—.

Schostak, Die Goldindustrie im Tomskschen Bergbezirke, Tomsk 1896 (russ.); Ref. N. Jahrb., 1898, I, —304—305—.

de Batz, The auriferous deposits of Siberia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXVIII, 1899, 452—467; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 218—220.

Levat, L'or en Sibérie orientale, Paris 1898; Inhaltsangabe Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 336.

Brown, The gold-mining districts of Central Siberia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIV, 1904, 777—803, Lit.

v. Pischke, Mitteilungen über die Silber- und Goldgewinnung im Bergwerksdistrikte von Nertschinsk; N. Jahrb., 1876, 897—906.

Kosmin, Über die Gletschererscheinungen im Olekma-Witim-Berglande (Ost-Sibirien) und deren Zusammenhang mit der Bildung der Goldfelder; Ber. Ostsib. Abt. kais. russ. geogr. Ges., XXI, 1890, 1—33; Ref. N. Jahrb., 1891, II, —335—336—.

Obrutschew, Geologische Untersuchung des Gebirgslandes von Olekma-Witim und seiner Goldlagerstätten; ebenda XXII, 1891; Ref. N. Jahrb., 1892, II, —278—279—.

Aperçu des explorations géologiques et minières le long du Transsibérien; Exposition Universelle de 1900 à Paris.

Bogdanovitch, Résultats des explorations et des recherches de l'or accomplies par l'expédition d'Okhotsk-Kamtschatka sur la côte nord-occidentale de la Mer d'Okhotsk; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1901, 30—32.

Meister, Bassins de l'Oudéréi et de l'Oudoronga (Südjenissei); Ref. ebenda 71.

E. Maier, Die Goldseifen des Amgun-Gebietes; Ztschr. f. prakt. Geol., 1906, 101—129, Lit.

Japanische Goldwäscherei (Oshima, Hitaka, Jehikari und Teshiwo); Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 637.

Bauer, Das Goldvorkommen von Tangkogae in Korea; Ztschr. f. prakt. Geol., 1905, 69—71.

Goldseifen auf der Insel Jesso; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 228, 295.

Lóczy, Die Beschreibung der geologischen Beobachtungen und der Resultate der Reise des Grafen Béla Széchenyi in Ostasien, 1877—1880, Wien 1893; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 254—256. (Seifengold in Shensi, Kansu, Hupeh, Litang.)

Die nutzbaren Lagerstätten und die Geologie der Philippinen; Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 393—395, nach Eng. Min. Journ.

Nichols, Notes on the Pigholugan and Pigtao gold-regions, Island of Mindanao, Philippine Islands; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXI, 1902, 611—616.

Nötling, The Sonapet gold-field; Rec. Geol. Surv. Ind., XXIII, 2, 1890, 73—78.

Posewitz, Das Goldvorkommen von Borneo; Jahrb. d. k. ung. geol. Anst., VI, 1883, 175—190; Ref. N. Jahrb., 1884, I, —216—217—.

Tenison-Woods, The Borneo gold-fields; Nature, XXXI, 1885, 583.

Futterer, Afrika in seiner Bedeutung für die Goldproduktion, 1895.

Schmeißer, Die nutzbaren Bodenschätze der deutschen Schutzgebiete; Vortrag auf dem deutsch. Kolonialkongreß, 1902; ref. von Macco, Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, bes. 194—196, 200.

Tornau, Die Goldvorkommen Deutsch-Ostafrikas, insbesondere Beschreibung der neu entdeckten Goldgänge in der Umgegend von Ikoma; Ber. über Land- und Forstwirtsch. in Deutsch-Ostafrika, II, 1905, 265—290.

Gold an der Elfenbeinküste; Ztschr. f. prakt. Geol., 1902, 202, nach Mining Journal.

Cohen, Die Goldseifen von Lydenburg; N. Jahrb., 1873, 718—722.

Mineralschätze des nördlichen Sambesi-Gebietes; Ztschr. f. prakt. Geol., 1903, 168.

Smyth, Mining and mineral statistics in Off. Rec. Intern. Exh. Melbourne, 1872 bis 1873, zitiert von Wolff. — Ders., Goldfields and mineral districts of Victoria, 1869, zitiert von Phillips. — Ders., Geological Survey of Victoria, 1875; erwähnt N. Jahrb., 1876, 957.

Delesse, Über das Vorkommen und die Gewinnung des Goldes in Australien; Gangstudien, II, 346—380. — Ders., Le gisement et l'exploitation de l'or en Australie; Ann. d. min. (5), III, 1853, 185—212.

Ulrich, Mineralogisches, Geognostisches und Metallurgisches aus den Goldfeldern Südaustraliens; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXIII, 1864, 345—348.

vom Rath, Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 5. III. 1877, XXXIV, 1877, 74—79.

Wolff, Das australische Gold; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXIX, 1877, 82 bis 184, bes. 156—167, Lit.

Phillips and Louis, Ore deposits, 1896, 619—633, 648—649.



Stirling, The geological ages of the gold-deposits of Victoria; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., XX, 1900—1901, 442—475.

Power, Deep alluvial mining in Victoria; Eng. Min. Journ., LXXVIII, 1904, 509—511, 549—551.

Goldfunde in Südaustralien (Arltunga-Goldfelder); Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 109.

Heapley, On the Coromandel gold-diggings in New Zealand; Quart. Journ. Geol. Soc., X, 1854, 322—324.

Rickard, The gold-fields of Otago; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXI, 1893, 411—442, bes. 428—441. — Ders., Alluvial mining in Otago; ebenda 442—473.

Gordon, Hysteromorphous auriferous deposits of the tertiary and cretaceous period in New Zealand; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1896, 292—301; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 29—30.

Laur, Du gisement et de l'exploitation de l'or en Californie; Ann. d. min. (6), III, 1863, 347—436.

Credner, Die älteren Goldseifen (deep placers) am Yuba River in Californien (nach Silliman); Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXV, 1866, 209—210, 221—223.

Silliman, On the deep placers of the South and Middle Yuba, Nev. Cy., Cal. Am. Journ. Scienc. (2), XL, 1865, 1—19.

Sauvage, De l'exploitation hydraulique de l'or en Californie; Ann. d. Min. (7), IX, 1876, 1—77.

Phillips, Notes on the chemical geology of the California gold fields; Phil. Mag., XXXVI, 1868, 231, mehrfach zitiert.

Burkart, Die Goldlagerstätten Californiens; N. Jahrb., 1870, bes. 147—182.

Sueß, Zukunft des Goldes, 1877, 118—157.

Bowie, Hydraulic mining in California; Transact. Am. Inst. Min. Eng., VI, 1879, 27—100.

Whitney, Auriferous gravels of the Sierras, 1880, zitiert von Kemp.

Newberry, The genesis and distribution of gold; Eng. Min. Journ., XXXII, 1881, 416—417.

Reyer, Über die Goldgewinnung in Californien; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes., XXXIV, 1886, 1—28. — Ders., Zwei Profile durch die Sierra Nevada; N. Jahrb., Beil.-Bd. IV, 1886, 291—326, bes. 307—309.

Williams, The gold mining outlook in California; Scient. Quart. State School of Mines Col., II, No. 1, 1893; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1894, 91—92.

Browne, California placer gold; Eng. Min. Journ., LIX, 1895, 101—102.

Lindgren, The geological features of the gold production of North America; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, 790—845, Diskussion 1077—1083.

Lindgren and Knowlton, Über das Alter der Goldseifen der Sierra Nevada in Californien; Journ. of Geol., IV, 1896, 881—906; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 226—227.

Radford, Mining for gold in the auriferous gravels of California; Transact. Engl. Inst. Min. Eng., XVII, 1898—1899, 452—481.

Kemp, Ore deposits, 1900, 353—359, zitiert die amerikanische Literatur.

Bordeaux, Les anciens chenaux aurifères de Californie; Ann. d. min. (10), II, 1902, 217—258.

Turner, The cretaceous auriferous conglomerate of the Cottonwood mining district, Siskiyou County, California; Eng. Min. Journ., LXXVI, 1903, 653—654.

Neue Goldfunde (Oklahama); Ztschr. f. pr. Geol., 1893, 170.

Lindgren, The mining districts of the Idaho basin and the Boise ridge, Idaho; XVIII. Ann. Rep. U. St. Geol. Surv., Part III, 1896—1897, bes. 657—680. — Ders., The gold belt of the Blue mountains of Oregon; U. St. Geol. Surv., XXII. Ann. Rep., Part II, 1901, bes. 634—636.

Boutwell, Ore deposits of Bingham, Utah; U. St. Geol. Surv. Bull. No. 213, 1902, 105—122, bes. 119—120.

Yung and Mc Caffery, The ore deposits of the San Pedro district, New Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXXIII, 1903, bes. 361—362.

Spilsbury, Placer mining in Montana; Eng. Min. Journ., XLIV, 1887, 167—168.

Spurr and Goodrich, Geology of the Yukon gold district; U. St. Geol. Surv., XVIII. Ann. Rep., Part III, 1898, 87—392.

Klondike-Goldfelder; Ztschr. f. prakt. Geol., 1897, 398; 1898, 177, 263—264.

Les gîtes d'or de la Klondike River; Ann. d. min. (9), XII, 1897, 451—455; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1898, 104.

Hořovicky, Eine Reise nach Klondike; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLVII, 1899, 118—123.

O. Nordenskjöld, Die geologischen Verhältnisse der Goldlagerstätten des Klondikegebietes; Ztschr. f. prakt. Geol., 1899, 71—83.

Notizen von Klondike (nach E. Janne); Berg- u. Hüttenm. Ztg., LVIII, 1899, 266—269.

Aus den Goldgebieten Alaskas; ebenda LX, 1901, 383.

Über das Klondike-Goldfeld (nach Svedmark); ebenda 178—180.

Andersson, Das Klondikefeld und die Goldproduktion der angrenzenden Teile von Nordamerika; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLIX, 1901, 141—146.

Wright, The Porcupine placer district, Alaska; U. St. Geol. Surv., Bull. No. 236, 1904.

Moffit, The Kotzebue placer goldfield of Seward peninsula; ebenda No. 225, 1904, 74—79. — Ders., The Fairhaven gold placers, Seward peninsula, Alaska; ebenda No. 247, 1905.

Prindle, The gold placers of the Fortymile, Birch Creek, and Fairbanks regions, Alaska; ebenda No. 251, 1905.

Purington, Gravel and placer mining in Alaska; ebenda No. 263, 1905.

Eine Liste zahlreicher weiterer Veröffentlichungen über Alaska ist einigen der zitierten Bulletins beigegeben.

Bel, Gîtes aurifères du Klondike; Bull. Soc. Ind. min. (4), IV, 1905, 275—316.

Schrader and Brooks, Preliminary Report on the Cape Nome gold region; herausgegeben v. d. U. St. Geol. Surv., 1900.

Brooks, Richardson, Collier and Mendenhall, Reconnaissances in the Cape Nome and Norton Bay regions, Alasca, in 1900, desgl. 1901.

F. Rickard, Notes on Nome, and the outlook for vein mining in that district; Eng. Min. Journ., LXXI, 1901, 275—276.

Weber, Die Goldlagerstätten des Cape Nome-Gebiets; Ztschr. f. prakt. Geol., 1900, 133—136.

Die Goldfelder des östlichen Nicaragua; Berg- u. Hüttenm. Ztg., LXIII, 1904, 245—248.

Ferrand, L'or à Minas Geraes, I, 1894.

Eschwege, Pluto Brasiliensis, 1833.

Paschke, Der Staat Antioquia in Südamerika in bergmännischer Beziehung; Berg- u. Hüttenm. Ztg., XXVI, 1867, 73—75, 89—90, 110—112.

Draper, Gold deposits of Columbia and Ecuador; Eng. Min. Journ., LVIII, 1894, 532; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 217—218.

Frochot, Les gisements de Tipuani (Bolivie); Ann. d. min. (9), XIX, 1901, 149—185.

Malsch, Über seine Reise nach den Goldfeldern des Apolobamba-Gebirges; Verh. d. deutsch. wiss. Ver. zu Santiago, IV, 1900, 337—340; Ref. Transact. Inst. Min. Eng., XXII, 1901—1902, 722—723.

Valentin, Die Goldseifen von Cañada Honda (Argentinische Republik); Berg- u. Hüttenm. Ztg., LV, 1896, 217—219.

Novarese, I giacimenti auriferi della Puna de Jujuy; Ann. di Agr., No. 191, 1892; Ref. Ztschr. f. prakt. Geol., 1895, 256—257 (Goldseifen der Sierra di Cabalonga).

Gold in Patagonien und im Feuerland; Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 170, 330.

Los placeres de oro o los yacimientos auriferos de la Tierra de Fuego; Boll. Nac. Min., IX, 1892, 233, 276.

Carlsson, Anteckningar från en resa å Eldslandet under september-december 1886; Geol. För. Förh., XIV, 1892, 76—82.

Eine stets nur geringfügige Goldwäscherei hat bis in die neueste Zeit längs deutscher Flüsse stattgefunden. Der **Rhein** führt sowohl oberhalb des Bodensees bei Chur und Mayenfeld, wie ganz besonders unterhalb des Einflusses der Aar bis nach Mannheim und Mainz etwas Gold, das sogar bis in die 1890 er Jahre mit einem geringen täglichen Verdienst von 1 Mk. gewaschen werden konnte. Die Hauptgewinnung fand auf der Strecke oberhalb von Kehl bis hinab nach Daxlanden bei Karlsruhe statt. Das Gold gehört den alten 10 bis 12 km breiten Alluvionen des Rheins und auch des Illthales an und findet sich nach Hochwässern dort, wo Teile des Ufers losgerissen und etwas weiter unterhalb Geschiebebänke gebildet werden, und zwar am oberen Ende der letzteren, oder auch hinter den das Ufer begleitenden Längsdämmen. Es wurde zusammen mit titanhaltigem Magneteisensand gewaschen und war von rötlichen Quarzgeschieben begleitet; selten betrug in der Gegend von Kehl der Goldgehalt mehr als $\frac{6}{10\,000\,000}$, meistens nur $\frac{13-15}{100\,000\,000}$ des Geschiebes. Das gewonnene Gold enthält 0,934 Au und 0,066 Ag. Auf der Karlsruher Münze sind zwischen 1804 und 1834 nur 141 kg eingeliefert worden. Das durchschnittliche Gewicht der Goldblättchen berechnet **Daubrée** auf 0,045 mg in den armen und 0,0562 mg in den reicheren Ablagerungen. Auch andere Alpenströme in der Schweiz, in Deutschland (die Isar, der Inn), in Österreich (die Salzach), in Frankreich (die Isère) und in Piemont führen ein wenig Gold. An der **Donau** haben noch vor 30 Jahren Zigeuner bei Klosterneuburg Gold gewonnen. Aus der **Eder** hat man in den 1830 er Jahren Gold gewaschen und in **Thüringen** ist eine ganze Anzahl von Flüßchen, wie vor allem die **Schwarza**, in Sachsen die Erzgebirgsflüsse **Göltzsch**, **Schwarzwasser** und **Striegis** goldführend. Zahlreiche Goldwäschereien haben in **Böhmen** bis ins XVII., zu Eule sogar bis ins XIX. Jahrhundert bestanden, in **Schlesien** solche bei Goldberg, Löwenberg usw.

Der wichtigste bis in die neuere Zeit betriebene Seifenbergbau Siebenbürgens war derjenige von **Ohlápian** an der Maros bei Karlsstadt. Die goldhaltigen Alluvionen nehmen ein Gebiet von 16—24 km Länge ein, die Seifenschicht selbst ist 1—7 m mächtig. Man hat noch in den 1880 er Jahren jährlich 5 bis 6 kg Gold mit 91% Feingehalt gewaschen. Bei dem großen Goldreichtum des Landes versteht es sich von selbst, daß zahlreiche Wasserläufe das Edelmetall, z. T. von den Aufbereitungsschlämmen herrührend, führen. Schon die Römer, in neuerer Zeit besonders die Zigeuner, haben sich mit seiner Gewinnung befaßt. In der Gegend von **Genua** wurde u. a. im Val Corsente Gold gewaschen; Goldgewinnung hat seit uralten Zeiten längs mehrerer Flüsse **Portugals** und im

nordwestlichen Spanien, in Frankreich u. a. im Oberlaufe der Garonne und ihrer Nebenflüsse stattgehabt. Von sonstigen europäischen Goldseifen seien noch diejenigen an der russisch-norwegischen Grenze in Lappland, in Norwegen besonders bei Karasjok, in Finnland am Ivalo-Flusse erwähnt, wo alljährlich einige Kilogramm des Metalles gewonnen werden. In Serbien wird jetzt Gold aus dem Pek-Fluß gewaschen.

Die Goldseifen in dem hügeligen, von Jekaterinburg bis nördlich von Miask reichenden, etwa 20 km breiten Gebiete im Osten des Ural sind erst nach den Golderzgängen in Abbau genommen worden. Wie schon bei der Beschreibung der sonstigen uralischen Lagerstätten hervorgehoben wurde, besteht der Untergrund der von Flußalluvionen ausgefüllten, oft von Sümpfen bedeckten oder teilweise ausgetrockneten Talniederungen aus mannigfachen älteren Eruptivgesteinen, kristallinen und paläozoischen Schiefern und Kalksteinen. Sieht man von den drei hauptsächlichsten Ganggebieten des Südurals Beresowsk (S. 618), Kotschkar (S. 624) und Miask ab, so sind nur selten die Gänge nachgewiesen worden, welche das Material für die fast am ganzen Ostabhange des Ural längs aller Täler und Flüsse auftretenden Goldseifen geliefert haben. Die Aufbereitung des Gebirges ist eine so intensive und die Verbreitung der Flußablagerungen eine so weite, daß auf größere Entfernungen hin überhaupt anstehendes Gestein innerhalb der Goldgebiete völlig fehlt. Die Goldseifen folgen im ganzen den heutigen Flußläufen, wenn sie auch, wie das Vorkommen von Resten des Mammuth (Elephas primigenius) und des Rhinoceros tichorhinus in ihnen zeigt, höheres, d. h. diluviales Alter besitzen.

Die wichtigsten Goldseifen in der Gegend von Jekaterinburg sind diejenigen von **Beresowsk** und von Gornyschtschit, andere die von Isetsk und Nevjansk. Der Goldgehalt der Nevjansker Seifen betrug nach Helmhacker durchschnittlich 2 g in der Tonne. Zu Beresowsk wird an zahlreichen Stellen der Pyschmaniederung unter der Torf- und Wiesenbedeckung Gold gewaschen; Goldklumpen, bisher im Höchstgewichte von $3^1/_2$ kg, sind selten. Das Gold ist viel feinkörniger als zu Miask. Platin und Zinnober treten nur ganz untergeordnet auf. Nach Helmhacker beträgt der durchschnittliche Goldgehalt der jetzt verarbeiteten Beresowsker Seifen nur 0,54 g in der Tonne, ihre Mächtigkeit $^1/_2$—4 m; bald sind sie nur von einer ganz dünnen Schicht von Torf[1]) und Ton und Sand bedeckt, bald aber liegen sie auch 16—25 m unter der Oberfläche. Die Entdeckung des Seifengoldes zu Nevjansk geschah im Jahre 1813, zu Beresowsk 1814, seine Ausbeutung in größerem Maßstabe aber begann erst 1823. Im Jahre 1820 wurden im Jekaterinburger Revier an Waschgold erst 127 kg, im Jahre 1823 435 kg, im Jahre 1872 die höchste Produktion von 773 kg erzielt, wogegen die seit 1754 datierende Gewinnung von Ganggold damals ganz zurückging. Nach Pošepný beträgt der Feingehalt des Goldes von Beresowsk 0,910—0,925 und soll in der Regel höher als der des Ganggoldes sein.

[1]) Unter „Torf“ versteht man in den russischen und sibirischen Goldwäschen ganz allgemein den gesamten Abraum. „Plast“ (d. i. „Flöz“) heißt der abbauwürdige Teil der Seifen.



Die Goldwäscherei zu **Miask** östlich von Slatoust begann im Jahre 1824; die Seifen liegen an dem hier von der Uralhauptkette 15 km weit entfernten, ihr und dem östlich vorgelagerten Ilmengebirge parallel gerichteten Miaßflusse, der sich in den Tobol in Sibirien ergießt. Im Jahre 1799 wurden zwar Golderzgänge entdeckt, aber nur 12 Jahre lang mit äußerst geringem Ertrāgnis abgebaut; die Goldseifen Alexandrowsk und Nikolajewsk sind erst in den Jahren 1824 und 1826 in Angriff genommen worden. Die drei größten Goldklumpen, die alle auf der Alexandrowsk-Wäsche gefunden wurden, wogen 36, 20,1 und 4,7 kg. Die goldführenden Lagen finden sich in einer breiten, von zahlreichen Wasserläufen durchströmten Niederung unter Rasen, Sand und Ton, bestehen aus tonigem Sand oder Geschiebe und werden $^1/_6$—3 m mächtig.

Die reicheren Partien der osturalischen Seifenablagerungen sind nach Karpinsky im allgemeinen durchschnittlich nur 0,5—1 m mächtig, 20—40 m, seltener 200—500 m oder sehr selten auch bis zu 12 km lang und meistens nur 20—40 m breit. In der Regel liegen sie unmittelbar über dem Felsgrund (plotik = Boden); wenn ihr Liegendes von einer tauben Alluvialschicht gebildet wird, folgt unter dieser wohl noch eine tiefere goldführende Lage unmittelbar über dem Felsgrund.

Die schon früher (S. 626, Fig. 149, S. 625) erwähnten Goldseifen von Kotschkar sind wegen ihrer Edelsteinführung bemerkenswert. Ebenso haben andere an der Sanarka und Kamenka abgebaute süduralische Goldseifen ein Interesse als Fundort einer Fülle von zusammengeschwemmten Mineralien der mannigfachsten Art, die besonders Jeremejew beschrieben hat.

Wie im Ural, so ist auch im **Altai** schon von einem prähistorischen Urvolk, den Tschuden, Goldwäscherei getrieben worden, wie das Grabfunde beweisen; Helmhacker hat ausführliche Mitteilungen über einige Seifen des letzteren Gebirges veröffentlicht. Nördlich von diesem erstrecken sich von den Quellflüssen des Ob bis nach dem Oberlaufe des Jenissei durch das überaus stromreiche Land die weit ausgedehnten Goldregionen der **westsibirischen** Distrikte Tomsk-Mariinsk, Achinsk-Minusinsk-Krasnojarsk, weiter im Norden der Süd-jenissei-Distrikt unter 56° nördl. Br. bei Kansk, und endlich der Nord-jenissei-Distrikt, der zumeist östlich des Stromes etwa vom 60.° nördl. Br. bis an dessen Mündung reicht und dessen wichtigster Teil in den Pit-Bergen liegt. Im ganzen sind die Goldseifen Westsibiriens mächtiger und ausgedehnter als die des Ural. Die erste Goldwäscherei fand im Jahre 1829 im Kreise Mariinsk bei Tomsk statt. Ein Goldklumpen von $30^1/_2$ kg soll im Jahre 1898 auf der Grube Spaßko Preobraschensk im Gouvernement Jenisseisk gefunden worden sein. Wichtiger sind jetzt die **transbaikalischen** Goldfelder an der Olekma und am Witim, zwei östlich des Baikalsees entspringenden Nebenströmen der Lena, wo mitunter zwei bis drei 0,6—5 m mächtige goldführende Schichten übereinander angetroffen werden, der ewig gefrorene Boden indessen der Gewinnung große Schwierigkeiten bereitet. Nach Obrutschew liegen dort über dem aus archäischen Schichten, altpaläozoischen Schiefern, Kalksteinen, Quarziten und Sandsteinen bestehenden Grundgebirge folgende Ablagerungen: 1. Präglaziale Flußschotter, Sande und eluviale Goldseifen, 2. Grundmoränen der ersten Ver-

gletscherung, 3. Schotter, Sand, Kies und Torf der Interglazialzeit und 4. postglaziale und rezente Flußschotter und Sande, darin alluviale Goldseifen. Von Transbaikalien aus setzt sich die Goldzone durch das Stromgebiet des Amur fort bis in die sibirische Küstenprovinz und ans ochotskische Meer. Das **ostsibirische** Goldfeld umfaßt hauptsächlich den Oberlauf der dem Amur von Norden her zuströmenden Flüsse Seja mit der Selemdscha, des Niman, eines Nebenflusses der Burega, sowie vor allem auch das Ursprungsgebiet des 80 km oberhalb Nikolajewsk in den Amur mündenden Amgun-Flusses. Längs der vom Kleinen Chingan herabkommenden Quellflüsse dieses letzteren, nämlich des Kerbi, Semi und Nilan, wird seit 1882 Gold gewaschen. Eine ausführliche Schilderung der dortigen Verhältnisse hat E. Maier gegeben. Granitische Gesteine, vor allem aber kristalline Schiefer und Phyllite bilden den Untergrund der dortigen Seifen, die nach Maiers Untersuchungen gute Beispiele für die wiederholte Umlagerung und Anreicherung des Goldes auf solchen Lagerstätten bieten. Der durchschnittliche Gehalt der verwaschenen Alluvionen betrug in den früheren Betriebsjahren 2,6—12,7 g pro Tonne, jetzt, zur Zeit maschineller Ausbeutung, ist er 1,9—2,6 g. Der Feingehalt des Goldes schwankt im ganzen zwischen 910 und 952 Tausendstel, geht aber sogar bis zu 765 Tausendstel herab. Zu Nertschinsk an der Schilka, einem dem oberen Amur in Transbaikalien zuströmenden Flusse, wird seit 1832 Gold gewaschen.

Im Jahre 1901 wurden im ganzen russischen Reiche 39142 kg Gold, davon nur 3798 kg durch Gangbergbau gewonnen; der Bezirk Perm ergab 3589 kg aus Seifen, 1104 kg aus Gängen, der Bezirk Orenburg 2653 bezw. 1725 kg. Der Seifenbergbau lieferte im Gebiet der Olekma und des Witim im gleichen Jahre 9006 kg, im Amurgebiet 7423 kg. Die offizielle Statistik für 1901 bezeichnet als mittleren Goldgehalt der Seifen im Olekminskischen Gebiete 3,91—4,58 g, im Witimskischen 7,82—12,37 g pro Tonne. Im Jahre 1893 hatte die Goldproduktion Rußlands 44734 kg erreicht.

Große Goldmengen sind in **Viktoria** aus Goldseifen gewonnen worden; die wichtigsten derselben werden dem Pliocän zugerechnet und bilden Ablagerungen in alten Stromrinnen, mit deren Richtung diejenige der heutigen Wasserläufe nicht mehr übereinstimmt und die dadurch erhalten sind, daß sie sehr häufig bis zu mehrere hundert Fuß tief unter Basaltströmen oder unter jüngeren Sanden begraben liegen. Ihr Nachweis macht deshalb Schwierigkeiten. Diese deep leads kreuzen bei Ballarat häufig den Ausstrich der Goldquarzgänge und erweisen sich dann bis auf einige Entfernung in der alten Stromrichtung besonders reich. Die Basaltströme liegen dort zu mehreren übereinander, getrennt durch Lagen von teilweise lignitführendem Süßwasserton, der auch, ebenso wie die deep leads, wohlerhaltene Baumstämme, Wurzelreste und Blätter umschließt. Um den mit goldführenden Sanden und Geröllen bedeckten Boden dieser in die alte Gebirgsoberfläche eingeschnittenen Rinnen („gutters") zu erreichen, müssen Schächte durch die Lavadecke abgeteuft werden. Die deep leads waren um so reicher, je mehr Gangausstriche sie bedeckten und je enger die von ihnen erfüllten Schluchten waren. Zu Ballarat war der mittlere Goldgehalt der deep lead-Gruben im Jahre 1872 0,7681—2,9234 g pro Tonne, stellen-

weise aber auch sehr viel höher, so daß mancher Goldgräber in wenig Wochen ein Vermögen erwarb. Zwischen Ballarat und Bunninyong haben die deep lead-Baue längs des Manuel-Flusses auf eine Strecke von je 1 engl. Meile (1,6 km) für 21 Mill. Mark Gold ergeben. Zu Castlemaine und Bendigo stehen die alten pliocänen Goldseifen frei zu Tage an, und die rezenten Flußläufe arbeiten an ihrer Abtragung und Aufbereitung. Die aus Rollsteinen, Sand, allerlei Detritus bestehenden, durch einen eisenschüssigen Zäment verbundenen goldführenden alten Ablagerungen werden 0,3—6 m mächtig und sind in ihren tiefsten Teilen am reichsten. Die Konglomerate sind oft so hart, daß sie gesprengt werden müssen. Sie lieferten die kolossalen Goldfunde, die in früherer Zeit den australischen Goldbergbau so berühmt gemacht haben: so den „Welcome Stranger" mit 69,4 kg, den im Jahre 1858 zu Ballarat gefundenen, mit viel Quarz verwachsenen „Welcome Nugget" mit 67 kg und viele andere, die mehr als ein Kilo wogen und in allen Tiefen angetroffen wurden. Nur untergeordnet sollen auch miocäne Goldseifen vorkommen.

Die jüngeren Seifen Viktorias liegen teils über dem Niveau der jetzigen Flüsse im Hochterrassenschotter oder das Gold findet sich in den Flußläufen selbst.

Ähnlicher Art, aber weniger bedeutend sind die Goldseifen von **Neu-Südwales.** Es sei hier noch einmal erwähnt, daß die Grundkonglomerate der Kohlenformation nördlich von Gulgong stellenweise einen abbauwürdigen Goldgehalt führen; Stirling scheint indessen die Seifennatur dieser alten Ablagerungen nicht für ganz sicher zu halten. Nach einer Angabe Clarkes (zitiert von Phillips und Louis) wäre sogar ein Goldklumpen in der Kohle gefunden worden. Da man in Neu-Südwales in gewissen Eruptivgesteinen einen primären Goldgehalt nachgewiesen zu haben meint (S. 70), so glaubt man auch, einen Teil des Seifengoldes von diesen ableiten zu dürfen. Auch hier ruhen die älteren Goldseifen teilweise wie in Viktoria unter Basaltströmen. Ein großer Teil der Küste von Neu-Südwales nördlich von Newcastle enthält im Ufersande Gold, das auch gewonnen wird. Am ergiebigsten ist die Gegend zwischen dem Clarence- und Tweedfluß, wo sich die Goldwäscherei besonders nach heftigen Stürmen lohnen kann.[1])

Die Goldseifen von **Otago** auf der Südinsel von Neuseeland liegen hauptsächlich im Bereiche des Clutha-Flusses. Es sind alttertiäre, nach Rickard im Gefolge einer früheren Vergletscherung entstandene Ablagerungen, die von den jetzigen Flußläufen aufbereitet werden; aus den letzteren wird das Gold gewaschen. Eine der bemerkenswertesten, derartigen alten Schottermassen ist der Blue spur.

Alluviale und eluviale Goldlagerstätten sind im übrigen in allen anderen australischen Golddistrikten verbreitet und bieten hier keinen Anlaß zu allgemeineren Erörterungen (s. S. 607). Schon im Jahre 1841 ist Gold durch W. B. Clarke bei Sidney entdeckt worden; der eigentliche Begründer des australischen Goldbergbaues aber war Hargraves im Jahre 1851.

---

[1]) Auriferous beachmining in Australia; Eng. Min. Journ., LX, 1895. 491—492.



In Viktoria und Neu-Südwales fand bis 1861, in Neuseeland und Queensland bis 1868 fast nur Seifenbergbau statt. Dieser hatte in Viktoria seine höchsten Erträgnisse von 1851—1858 und ergab während dieser Periode jährlich für 172—240 Mill. Mark Gold. Seitdem ist die Goldproduktion Viktorias mehr und mehr zurückgegangen; auch nachdem im Jahre 1868 der Abbau auf den Goldquarzgängen (S. 608) begonnen hatte, nahm die Gesamtproduktion mehr und mehr ab. Noch um 1870 war die Erzeugung von Seifen- und Ganggold mit je etwa 20000 kg ungefähr gleich groß; jetzt stammt bei weitem die größere Menge des Goldes von den Gängen. Die gesamte Goldproduktion Viktorias seit 1851 gibt Curle zu $5^1/_2$ Milliarden Mark an.

Neben Viktoria ist **Californien** das eigentliche Land der Goldseifen. Die geologischen Verhältnisse des Vorkommens sind hier bis in die Einzelheiten sehr ähnliche wie dort. Das alte, aus karbonischen und jurassischen metamorphen Schiefern bestehende und von vielen Goldquarzgängen durchsetzte Gebiet (S. 590) wurde in der Tertiärzeit durch bedeutendere Flußläufe tiefgehend erodiert; die Richtung der letzteren fällt ungefähr mit derjenigen der jetzigen zusammen, teilweise verlaufen sie senkrecht dazu; ihre Ablagerungen sind längs des Gebirgshanges bis zu Höhen von über 2000 m und in Mächtigkeiten bis zu 200 m, manchmal aber auch nur in der Stärke von ein paar Fuß entwickelt. Sie sind auf den Plateaus von rhyolithischen und andesitischen Lavaströmen und Tuffen bedeckt, welche die alten Rinnsale mit ihrem Goldschutt und den alten, gleichfalls mit Goldseifen überdeckten Talterrassen bewahrt haben, treten an den Abhängen des Gebirgs zu Tage und werden von den 100—150 m tief in die frühere Oberfläche eingeschnittenen Betten der jetzigen Flüsse aufgerissen. Die alten Goldseifen sind am mächtigsten entwickelt vom Mariposa bis zum Nevada County, also zwischen dem 37. und 40. Breitegrad und nehmen in letzterem die Breite der ganzen Sierra ein; sie werden dort 300—900 m über den heutigen Flußtälern angetroffen. Die goldführenden Partien sind 45—300 m mächtig; manchmal liegen mehrere edle Geröllschichten, geschieden durch Lagen von Sand und im frischen Zustand blauem pyrithaltigem Ton („blue lead") übereinander. Auch Tuffe spielen eine Rolle in der Ausfüllung der alten Täler. Die Härte der Konglomerate macht oft Sprengarbeit nötig. Die alten Alluvionen enthalten Reste von Wirbeltieren, große Mengen verkieseltes Holz, das manchmal teilweise in etwas Pyrit umgewandelt ist, aufrechtstehende Baumstämme und die Tone auch Blattabdrücke spättertiären Alters.[1]) Im Pyrit ist Gold enthalten. Whitney erwähnte Funde menschlicher Knochenreste und Werkzeuge in diesen „deep gravels".[2]) Die Entstehung der „old channels", wie die alten Flußrinnen bezeichnet werden, begann nach Lindgren und Knowlton vielleicht schon in der Eocänzeit. Während ihrer Herausbildung in der Miocän- und Pliocänzeit war der Abhang der Sierra Nevada noch nicht so

[1]) Siehe auch den Text von Becker, Lindgren und Turner zu den Blättern Jackson, Placerville, Marysville und Sacramento des geologischen Atlases der U. St. Geological Survey, 1894—1895.

[2]) Vergl. aber Marcou, Mitteilungen über die Geologie Californiens, N. Jahrb., 1883, II, 52—58.



steil wie jetzt. Nach Lindgren sollen außerdem gewisse jurassische Konglomerate der Mariposa-Schichten im Calaveras-County etwas goldführend sein, womit der Beweis erbracht wäre, daß schon vor der Jurazeit und der Intrusion der Granite Goldgänge bestanden hätten; Fairbanks[1]) hat aber diese Goldführung für eine spätere Imprägnation erklärt. Der Goldreichtum der deep gravels war stellenweise so groß, daß sie bei einer abbauwürdigen Breite von mitunter 50—100 m in den 1850er Jahren pro Kilometer Länge in günstigen Fällen 8—10 Mill. Mark Goldwert ergeben haben. Es lohnte sich dann, den alten Flußrinnen unterirdisch nachzugehen, wobei kleine Verwerfungen nicht selten den Bergbau störten. Die abbaufähigen, frei zu Tage liegenden alten Goldseifen waren im Durchschnitt sehr viel ärmer und ergaben nach Reyer in den unteren Lagen wohl für 1—2 Mark, in den oberen aber meist nur für 20 Pf. Gold im Kubikmeter. Sie wurden durch das berüchtigte hydraulische Verfahren, d. h. durch arm- oder schenkeldicke, unter hohem Druck stehende Wasserstrahlen aufbereitet, wobei die Schlämme aus den völlig ausgeräumten Talrinnen in das tiefer gelegene Land abflossen und dieses verwüsteten. Besonders der Yuba-, Bear- und Feather-Fluß wurden auf diese Weise verschlammt.[2]) Im Jahre 1884 wurde diese Art des hydraulischen Wäscheverfahrens verboten, neuerdings aber wieder aufgenommen.

Neben der Goldgewinnung aus den alten Goldseifen trat die Goldwäscherei aus den Flüssen sehr bald zurück. Aus ihnen wurden in den ersten Jahren des Goldbergbaues, seit 1849, große Mengen Gold gewonnen, trotzdem man überhaupt nur solche Alluvionen verwusch, die mindestens für 40—100 Mark des Edelmetalles im Kubikmeter enthielten. Mindestens teilweise entstammte das Metall darin aus den alten Seifen; außer von Granat, Zirkon und Magnetit war es in seltenen Fällen auch von Platin und Osmiridium begleitet. Schon im Jahre 1860 waren die Flußseifen fast erschöpft und jetzt arbeiten auf ihnen fast nur noch Chinesen.

Das Alluvialgold in Californien wurde am 18. Januar 1848 durch James W. Marshall zu Coloma bei Placerville im Gerinne seines Sägewerkes entdeckt. Am 15. März brachte eine Zeitung in S. Francisco die Nachricht von dem Funde und im Mai mußte sie ihr Erscheinen einstellen, weil der Redakteur und alle Arbeiter Goldwäscher geworden waren. Zwei Jahre später war die Bevölkerung Californiens von 15000 auf 100000 Menschen angewachsen. Marshall selbst lebte zuletzt von einer kleinen Pension, die ihm der Staat ausgeworfen hatte und starb im Jahre 1885 in Armut und Vergessenheit. Anfangs der 1850er Jahre waren 60000—100000 Arbeiter im Goldbergbau beschäftigt; die Goldproduktion erreichte im Jahre 1853 mit beinahe 280 Mill. Mark (65 Mill. Dollars) ihr Maximum und hielt sich während jenes Jahrzehnts auf jährlich 200 Mill. Mark im Durchschnitt. Von dem gegen 6 Milliarden Mark betragenden Gesamtgoldausbringen Californiens seit 1849 entfallen nach Bordeaux ungefähr 4 Milliarden auf den Seifenbergbau; davon wurden gegen $1^1/_2$ Milliarden aus den deep placers gewonnen. Seit dem Jahre 1900 hat der Bergbau auf die

[1]) Auriferous conglomerate in California; Eng. Min. Journ., LIX, 1895, 389—390.

[2]) Ausführlicheres über die Goldwäscherei in Californien und deren Folgen siehe bei Reyer, 1886, und vor allem auch bei Bowie.



deep gravels wieder an Bedeutung zugenommen. 1904 war das Erträgnis des Seifenbergbaues in Californien fast $20^1/_2$ Mill. Mark.

Am Klamath-Fluß im Siskiyou County, nördlich von S. Francisco hat man harte kretazeische, marine Konglomerate abgebaut, die dort dem von Goldgängen durchsetzten metamorphen Schiefergebirge auflagern. Der Goldgehalt betrug 5—6 g in der Tonne.

Zu Butte in Montana begann der Bergbau mit der Ausbeutung der Goldseifen des Missoula-Tales im Jahre 1864; das Seifengold war erheblich silberhaltig. Auch zu Leadville ging eine ergiebige Goldwäscherei dem Abbau der Blei-Silbererzlagerstätten voraus. Von zahlreichen anderen nordamerikanischen Seifenlagerstätten seien diejenigen von Boise und Idaho erwähnt, die gleichfalls schon um 1863 verwaschen wurden und bis 1871 jährlich zwischen 25 und 30 Mill. Mark Gold ergeben haben. Teilweise überdecken dort Basaltströme die alten Ablagerungen.

In den letzten Jahren haben die Goldfelder Alaskas und des angrenzenden nordwestlichen Teiles von Britisch Kolumbien und ganz besonders diejenigen am **Klondike-Flusse** (64° nördl. Br.) sehr viel von sich reden gemacht und Hoffnungen erweckt, die sich nur teilweise erfüllt haben. Der Klondike-Fluß mündet auf britischem Gebiete bei dem Städtchen Dawson City von NO. her in den Yukon-River, bevor dieser unterhalb des Ortes Forty Mile auf das Territorium Alaska übertritt. Auf dem weiten und beschwerlichen Landwege von Juneau (S. 594) über den Chilkoot-Paß oder längs des lange Zeit hindurch vereisten, in die Bering-Straße mündenden Yukon können die Golddistrikte erreicht werden. Diese liegen außer am Klondike u. a. auch im Oberlaufe der Flüßchen Forty Mile Creek und Birch Creek in Alaska. Um 1880 war am Lewes-Fluß im Yukongebiet das erste Gold gefunden worden, die Anwesenheit des Metalls in fast allen Flußläufen wurde nachgewiesen, teilweise wurden reichere Funde gemacht, die Goldproduktion blieb aber untergeordnet bis zur Entdeckung der Goldseifen des Klondike oder vielmehr des als Bonanza River bezeichneten Nebenflüßchens desselben. Dies geschah im Jahre 1896 und hatte die Gründung des Städtchens Dawson City und eine wahre Völkerwanderung von Goldsuchern in das Gebiet zur Folge. Die Bevölkerung betrug zu Dawson City im Herbst 1898 fast 20000 Menschen.

Das Yukongebiet bildet bei Dawson City ein 1000 m über das Meer ansteigendes, von 300—600 m tiefen Tälern durchschnittenes Plateau; die Goldführung ist dort eine weitverbreitete und besonders groß bis zum 45 km weiter südlich fließenden Indian River und innerhalb 60 km Entfernung vom Yukon selbst, aber nicht auf diese Fläche allein beschränkt. Der reichste Teil des Goldfeldes ist etwa 1200 qkm groß; die hauptsächlichsten Goldwäschereien selbst liegen längs der Ursprungsbäche des Klondike, des Eldorado- und Bonanza-Baches, in einer 20—25 km langen Erstreckung. In der Nähe von Dawson City stehen allerlei Grünsteine, wie Serpentine, Strahlstein-, Epidot- und Chloritschiefer an; den Untergrund des eigentlichen Goldfeldes bilden hauptsächlich quarz-, feldspat- und glimmerführende Schiefer, die teilweise dem schwedischen Hälleflintgneis ähnlich werden. Granit, Pegmatit und mächtige, aber fast gänzlich erzfreie Quarzgänge durchsetzen die Schiefer; nach Nordenskjölds Ansicht stammt das Gold aus dem Bereiche dieser letzteren. Ganz geringe Goldmengen finden sich gelegentlich im Quarz an Grünsteinbreccien.

In den Goldseifen kommen Reste ausgestorbener Säugetiere, u. a. auch Knochen und Stoßzähne des Mammuth vor. Das im allgemeinen grobsandige Gold umschließt sehr häufig Gangquarz; umgekehrt finden sich auch Stücke des letzteren mit ziemlich großen Goldeinschlüssen. Meistens hat das Gold nur etwa 750, nur stellenweise bis zu 900 Tausendstel Feingehalt. Seine häufige Verbindung mit Quarz und seine äußere Erhaltung zeigen, daß es keinen sehr weiten Transport erfahren haben kann. Nach Nordenskjöld fand zunächst die Bildung goldführender Hochterrassenschotter in der Tertiärzeit, darauf die teilweise Aufbereitung dieser und des tieferen Felsgrundes in der Glazialzeit statt. Seitdem sind die tiefliegenden goldführenden Schotterpartien gefroren. Der Goldreichtum war ein sehr großer; der Kubikmeter der 3 m mächtigen Geröllmasse des Eldoradobaches ergab für 120—160 Mark Gold. Die Arbeitsmethoden in dem gefrorenen Boden, die Lebensführung und die sozialen Verhältnisse im Klondikegebiete sind in mehreren der zitierten Arbeiten besprochen. Die Goldausbeute des Klondike-Distrikts betrug schon im Jahre 1896/1897 $2^1/_2$ Mill. Dollars, war im Jahre 1898/1899 auf 16 Mill., im Jahre 1899/1900 sogar auf 22275000 Dollars gestiegen; seitdem ist sie auf $9^1/_2$ Mill. im Jahre 1903/1904 heruntergegangen. Die Goldproduktion Alaskas für 1905 wird zu 12 Mill. Dollars angegeben, worin auch u. a. das zu Juneau geförderte Ganggold enthalten ist. Der gesamte Ertrag der Goldseifen in den Vereinigten Staaten wird zu 12900000 Dollars angegeben.[1])

Zwischen dem **Cap Nome** und Point Rodney an der Südküste der Seward-Halbinsel, in welcher sich Alaska am meisten der sibirischen Küste nähert, ist der Ufersand innerhalb einer 50 km langen Erstreckung, besonders aber im mittleren Teile derselben, auf eine Länge von 30 km hin goldführend. Das Gold findet sich in einer 0,15—1 m mächtigen Lage von Sand über einer tonigen Unterlage längs des Strandes und des Uferabbruches der aus Sanden und Tonen bestehenden Küstenebene. Mitunter sind zwei solche durch Sand getrennte Goldschichten zu erkennen. Quarz, 4—5 % roter Granat und ungefähr 1 % Magnetit usw. setzen den goldführenden Sand des kaum 100 m breiten Ufersaumes zusammen. Das Gold ist meistens feinkörnig, schon Klümpchen von $1^1/_2$ g Gewicht sind selten; sein Feingehalt beträgt etwa 890 Tausendstel. Die Ablagerungen der ganzen Küstenebene, die als Deltabildungen der Küstenflüsse zu betrachten sind, enthalten selbst Gold; aus ihnen wird nach Brooks und Schrader das Edelmetall durch die Wogen herausgewaschen und führt im Sande infolge seiner Schwere eine mechanische Abwärtswanderung aus, bis die Partikelchen durch die undurchdringliche Tonschicht festgehalten werden. Dadurch, daß der Wogengang den Strand aufwühlt, wird dieses Niedersinken des Goldes gefördert. Eine größere Anzahl von Goldseifen, auf welchen stellenweise auch Gerölle von gediegen Wismut vorkommen, werden im unmittelbaren Hinterlande des Cap Nome in der Tundraregion und in den Flußtälern abgebaut. Den Untergrund bilden graphitische Quarzschiefer, Kalkglimmerschiefer, Kalk-

[1]) Lindgren, The production of gold in the United States in 1904; U. St. Geol. Surv., Bull. No. 260, 1904, 34.

stein, granatführende Grünschiefer, Chloritschiefer und intrusive Grünsteine; weiter gegen Norden zu liegen granitische Erhebungen. Schwach goldführende Quarzgänge sind nachgewiesen worden. Rickard möchte indessen die Herkunft des Goldes aus dem Pyrit der Schiefer für wahrscheinlich halten.

Der Abbau der Strandseifen am Cap Nome hat beträchtlich durch die Südstürme zu leiden, um so mehr als es sich um eine große Anzahl kleiner Betriebe handelt. Das Gold wurde im Sommer 1899 entdeckt und hatte alsbald das Zusammenströmen von mehreren tausend Menschen zur Folge. Schon im ersten Sommer wurde im Cap Nome-Gebiet für 2 Mill. Dollars ($8^1/_2$ Mill. Mark) Gold gewonnen, davon die Hälfte aus den Strandseifen; im Jahre 1900 betrug die Produktion fast 5200000 Dollars, davon nur 1125000 Dollars Strandgold. Für 1905 wird das Goldausbringen des Nome-Distrikts auf 4 Mill. Dollars geschätzt.

In den Minas Geraes (Brasilien) unterscheidet man nach Ferrand dreierlei Arten von Goldseifen: 1. In den Veios, d. s. die Anschwemmungen im Flußbett selbst; 2. in den taboleiros, d. s. die jetzt trockenliegenden, älteren Ablagerungen zu beiden Seiten des Flusses; 3. die grupiaras, d. s. die manchmal hoch an den Berghängen erhaltenen, wie angeklebten, 1,50—2,50 m mächtigen Schuttablagerungen. Im Gegensatz zu den gerundeten Geröllen (cascalho) in 1 und 2 zeigen die in 3 enthaltenen Gesteinsstücke mehr eckige Gestalt.

Besonders das Gold, das sich auf dem Grund alter und junger Flußablagerungen in oft großen Sprudellöchern angereichert hatte, war ehedem der Gegenstand der Goldwäscherei. Die älteren taboleiros und grupiaras waren nicht selten von einer 2—4 m dicken Schicht von Tapanhoacanga (s. S. 1253) bedeckt.

b) Die Platinseifen.[1])

Fast die ganze Weltproduktion an Platin stammt aus den drei Bergwerksdistrikten Nischne Tagilsk, Bissersk und Goroblagodat am Ostabhange des **Ural,**[2]) und zwar besonders aus den beiden letzteren. Im übrigen kommt

---

[1]) Kemp, Geological relations and distribution of platinum and associated metals; U. St. Geol. Surv., Bull. No. 193, 1902, Lit.

[2]) Rose, Reise nach dem Ural, I, 1837, 325—338; II, 1842, 386—401. — Zincken, Die Mineralschätze des europäischen Rußlands; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXIX, 1880, 340—341. — Katterfeld, Über die Platinaproduktion Rußlands; Berg- und Hüttenm. Ztg., XLIV, 1885, 68—69. — Laurent, Note sur l'industrie de l'or et du platine dans l'Oural; Ann. d. mines (8), XVIII, 1890, 537—579. Danach Berg- und Hüttenm. Ztg., L, 1891, 435—438. — Bourdakoff et Hendrikoff, Description de l'exploitation de platine de J. I. Burdakoff et fils etc. Jekaterinburg 1896; zit. von Purington. — Saytzew, Die Platinlagerstätten am Ural, Tomsk 1898. — Louis, The occurrence and treatment of platinum in Russia; Mineral Industry, VI, 1898, 539—552. — Purington, The platinum deposits of the Tura river-system, Ural Mountains, Russia; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXIX, 1900, 3—16. — Ders., The occurrence of platinum in the Ural mountains; Eng. Min. Journ., LXXVII, 1904, 720 bis 722, enthält eine Übersetzung eines Aufsatzes von Wissotzky aus Bull. d. Gold-Industrie, 1904. — Jeremejew, Einige seltene gediegene Elemente der Platinmetallgruppe aus den Goldseifen der nördlichen und südlichen Jenisseischen Taiga; Bull. Ac. Scienc. St. Pétersb., IX, 1898, Prot. XV—XVII; Ref. N. Jahrb., 1901, II, —173—174—. — Rainer, Vorkommen und Gewinnung des Platins im Ural; Leob.



das Platin in kleinen Mengen auch auf vielen Goldseifen des Gebirges vor, wie bei Miask, bei Bogoslowsk usw. Die Platinseifen finden sich in den alten, aus einer Zeit stärkerer Erosion herrührenden Geröllablagerungen längs Bach- und Flußläufen in dem bis zu 800 m hohen, dicht bewaldeten und meist mit einer bis zu mehrere Meter hohen Verwitterungsdecke überzogenen Gebirge. Die Alluvionen selbst liegen unter einer Schicht von Sand, Lehm, Humus oder auch Torf (insgesamt als „Torf" bezeichnet) und erfüllen auf größere Breite hin das ältere, tiefere und weitere Bett der jetzigen Wasserläufe. Über das primäre Vorkommen des Platins in Peridotiten wurde schon S. 64—65[1]) gesprochen.

Das Platin und das damit gewöhnlich auftretende Gold sind in der Tiefe der Seifen unmittelbar über dem Felsgrund und in dessen Unebenheiten angereichert; seltener sind zwei übereinanderfolgende edle Schichten zu beobachten, die höheren Geschiebeschichten („retschnik" = Geschiebe) enthalten in der Regel höchstens Spuren von Edelmetall. Der über dem Retschnik liegende taube Ton wird in seltenen Fällen bis zu 20 m, gewöhnlich höchstens 5—6 m, die eigentliche Platinschicht 0,8—1,5 m mächtig. Stets wird das Platin von Chromit und Magnetit begleitet; Gold übertrifft mitunter das Platin an Menge, fehlt aber im eigentlichen Ursprungsgebiet der Seifen zu Nischne Tagilsk ganz. Diamant ist äußerst selten. Das gelegentliche Auftreten von Zinnober ist ein zufälliges; dieses Erz dürfte aus Lagerstätten im Kalkstein des Felsgrundes stammen. Sehr gewöhnlich sind die rauhen oder eckigen Platingerölle mit Chromit umwachsen. Die Größe der Geschiebe wechselt sehr; das Metall bildet häufig auch nahe seinem Ursprungsgebiete nur feine Körnchen; der größte bis jetzt gefundene Klumpen aus dem Distrikt Goroblagodatsk soll 2,5, der größte vom Berge Solowieff (1843) 9,6 kg gewogen haben.

Bekanntlich wird das Metall auch von Iridium, Iridosmium (Sysserskit) und Osmiridium (Newjanskit) begleitet und ist selbst mit Iridium, Rhodium, Palladium, Osmium, etwas Kupfer und bis zu 18 % Eisen verunreinigt.[2]) Man unterscheidet im Handel drei Sorten von Rohplatin: die erste mit 85 % Pt vom unteren Iß und der Tura, die zweite mit 82 % vom oberen Iß und die dritte mit nur 75 % Pt von Tagilsk. Man will den verschiedenen Platingehalt wie bei den Goldseifen mit einer natürlichen Läuterung während des Flußtransportes erklären.

Der Platingehalt der verwaschenen Massen hat im Laufe der Jahre sehr abgenommen; er soll z. B. zu Tagilsk im Jahre 1870 durchschnittlich etwa 30 g, im Jahre 1829 über das Doppelte bis Fünffache, gegen 1880 nur noch ca. 15 g betragen haben, und jetzt verarbeitet man solche mit nur noch 2,5 g pro Tonne. Der steigende Wert des Metalls bringt es mit sich, daß man längst

---

Jahrb., L, 1902, 255—298; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., L, 1902, Vereinsmitt., 25—26. — Duparc, Les gisements platinifères de l'Oural; Arch. d. Sc. phys. et nat. (4), XV, März—April 1903, Lit. — Spring, Einige Beobachtungen in den Platinwäschereien von Nischnji Tagil; Ztschr. f. pr. Geol., 1905, 49—54, Lit.

[1]) Vergl. dazu Spring, l. c. 53.

[2]) Eine große Anzahl von Platinanalysen zitiert Kemp.

verwaschene Seifen wieder verwäscht, wobei ein Teil des Metalles, das zuvor oft in Tonklümpchen eingehüllt war, gewinnbar wird.[1])

Die wichtigsten uralischen Platinseifen liegen nördlich von Kuschwa und vom Magneteisenberge Blagodat bei der Stadt Nischne Turginsk im Bereich der Flüsse Iß und Wija, sowie an der Tura, in welche diese oberhalb der Stadt Werchotar münden, ungefähr unter 59° 58′ nördl. Br. Die beiden beherrschenden Höhen, der Katschkanar (886 m) im Distrikt Bissersk und die Sarannaja (656 m) in demjenigen von Goroblagodat, bestehen aus Peridotit, Serpentin, Diallagiten und Olivingabbros und sind durch eine Zone von Pyroxengneis voneinander getrennt. Ein dritter Peridotitberg ist der Weressowsky-Bor. Alle liegen auf der kontinentalen Wasserscheide, die Platinseifen auf der Ostseite derselben. Die Seifen im Goroblagodatskischen Distrikt sind im Jahre 1831 entdeckt worden und besitzen ihre jetzige Bedeutung seit 1879. Die platinführenden Alluvionen begleiten die Wija und den Iß sowie ihre Nebenflüsse in einer beiderseitigen Ausdehnung von 60—240, die Tura sogar bis auf 800 m; die reichen Geschiebelagen sind durchschnittlich 1,2 m mächtig, das Verhältnis zwischen Gold und Platin beträgt darin 1 : 5. Das Platin aus dem Ißtale ist das reinste aus dem ganzen Ural, reiner als dasjenige aus der Wija oder von Nischne Tagilsk. Im Vergleiche zum Gold erweist es sich als weit weniger abgerollt. Der Kubikmeter des jetzt verwaschenen Materials lieferte (1899) für höchstens 2,20 Mark Platin und Gold.

Die Platinseifen von Nischne Tagilsk erstrecken sich längs der Bäche, die südlich, westlich und nördlich von dem aus Olivinfels bestehenden, randlich von Pyroxenit und weiterhin von Diorit und Chlorit- und Talkschiefern umgebenen Berge Solowiew herabkommen; dieser liegt etwa 35 km südlich von der genannten Stadt. Das Edelmetall entstammt nach Springs Angaben nur dem Olivinfels und findet sich auf den im Bereiche dieses Gesteins liegenden Seifen nie in Gesellschaft von Gold oder Quarz.[2]) Andererseits gibt es in dem Gebiete von Nischne Tagilsk Goldseifen, die höchstens spurenweise Platin führen, während endlich der Sand des Tagilflusses, der ein ausgedehntes Sammelgebiet entwässert, beide Metalle nebeneinander führt. Die Halden der Seifen, auf denen man in früherer Zeit mehrmals über kilogrammschwere Klumpen gefunden hat, werden jetzt zum fünften und sechsten Male verwaschen; teilweise fördert man jetzt das platinführende Material durch 10—15 m tiefe Schächte. Dabei ergeben sich z. B. auf der Aurorinskischen Wäsche immer noch 1,2—1,3 g Platin aus

[1]) Selbstverständlich ist der sehr gestiegene Platinpreis ein Hauptgrund für diese Wiederverarbeitung des in früherer Zeit nur unvollständig ausgebeuteten Materials.

[2]) Daß trotzdem in den Platinseifen fast nur Gerölle von Gabbro, Olivingabbro und ähnlichen Gesteinen anzutreffen sind, erklärt Spring aus der leichten mechanischen Zerstörbarkeit des schon auf seiner Lagerstätte erheblich verwitterten Serpentinfelses. Aus den Mitteilungen Springs über das primäre Vorkommen des Platins sei hervorgehoben, daß bisher im größeren Maßstabe noch keine Aufbereitungsversuche mit platinführendem Muttergestein vorgenommen worden sind. Die Clausthaler Sammlung verdankt Herrn Prof. Dr. Löwinson-Lessing ein Präparat von Nischne Tagilsk, das die Verwachsung des Platins mit vollkommen frischem Olivin zeigt.



der Tonne. Die gesamte Produktion der Platinseifen von Tagilsk seit 1825 mag etwas über 100000 kg betragen haben.

Am weitesten nördlich liegen die Platinseifen an der Sosnowka, Koswa und am Kitlim in der Gegend des Berges Koswinsky, der eine ähnliche geologische Zusammensetzung zeigt wie die übrigen Platinberge. Geringe Mengen des Metalls sind auch an anderen Orten gewonnen worden.

Die Platinproduktion des Ural macht etwa 95 % der ganzen Weltproduktion aus. Sie betrug im Jahre 1825 nur 180 kg, 1830 schon 1753 kg, bis 1845 im ganzen 31541 kg. Bis dahin prägte der Staat Platinmünzen zum Platinwerte von 0,62 Mark für das Gramm. Als die Ausprägung eingestellt und die Münzen eingezogen wurden, hörte die Produktion fast vollständig auf. Sie hob sich indessen seit ungefähr 1860 samt dem Platinpreise infolge der Nachfrage der Industrie[1]) und erreichte zwischen den Jahren 1898 und 1903 rund 6000 kg. Bis zum Jahre 1890, wo der Preis vorübergehend auf 2,40 Mark emporschnellte, kostete das Gramm Platin etwa 1 Mark oder sogar weniger; seit 1892 stieg der Preis fast ununterbrochen und beträgt jetzt rund 3,5 Mark. Die Rohplatinausbeute im Ural erreichte im Jahre 1901 6372 kg, die höchste Produktion der letzten Jahre.

In den Vereinigten Staaten[2]) wurden im Jahre 1904 insgesamt etwa 6 kg Platin in Californien und Oregon gewonnen. Das Vorkommen von Platin und der verwandten Metalle in den Goldseifen Nord-Californiens und Oregons ist bald nach der Entdeckung der letzteren erkannt worden. Eine ganz geringe Produktion liefert die Gegend von Junction City, Trinity County im Norden des Staates; Platin und Iridosmium finden sich bei Port Orford im Süden von Oregon, worüber Day ausführliche Mitteilungen gemacht hat. Auch in Sanden der pazifischen Küste hat man in denselben Gegenden Gehalte an Platin und Platinmetallen nachgewiesen und neuerdings sogar daran gedacht, diese und die in ihnen wie in zahlreichen anderen Seifen Nordamerikas enthaltenen Spuren von Gold und z. B. auch ihren Eisengehalt zu verwerten.[3]) Das Platin ist gewöhnlich sehr unrein, arm an Eisen, aber verhältnismäßig reich an Iridium und Kupfer. Eine geringe Menge des Metalles wurde zuletzt noch aus Kupfererzen in Wyoming (Rambler-Gruben) gewonnen. Über die übrigen, noch weniger wichtigen Vorkommnisse in den Vereinigten Staaten hat Kemp berichtet.

Die bemerkenswertesten nordamerikanischen Platinlagerstätten sind diejenigen am Tulameen-Fluß im Südwesten von Britisch-Columbien.[4]) Seit 1861 wurde dort Gold gewaschen, aber erst seit etwa 1876 auch das Platin gewonnen, das stellenweise im Mengenverhältnis von 1 : 3 zum Gold steht. Das Metall ist oft mit Chromit verwachsen, so daß es nicht zweifelhaft sein kann,

---

[1]) Nach Rainer sind im Jahre 1891 in den Vereinigten Staaten 799 kg, d. s. 44 % des Verbrauches, allein in der Zahntechnik verarbeitet worden.

[2]) Day, Notes on the occurrence of platinum in North America; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXX, 1901, 702—708. Abgedruckt bei Kemp, Bull. No. 193. — Kemp, Notes on platinum and its associated metals; Eng. Min. Journ., LXXIII, 1902, 512—513. — Platinproduktion der Ver. Staaten von America i. J. 1902; Ztschr. f. prakt. Geol., 1904, 66, nach Electr. World and Eng.

[3]) Metallurgie, II, 1905, 526—528.

[4]) Canadian platinum (Tulameen); Eng. Min. Journ., LIII, 1892, 327. — Kemp, U. St. Geol. Surv., Bull. No. 193, 38—51.

daß sein Ursprungsort auch hier der von Pyroxenit begleitete, das Tal durchsetzende Peridotit ist. 8—10 % Eisen, 3—4 % Kupfer und bis zu fast 15 % Iridosmium sind nach Kemp die hauptsächlichsten Verunreinigungen des Metalles. Das Vorkommen hat keine wirtschaftliche Bedeutung.

In den Goldsanden des Flusses Pinto in der Republik **Columbia**[1]) ist das Platin im Jahre 1735 zuerst entdeckt und gewonnen, aber später als unbrauchbar ins Meer geworfen worden. Heute nimmt die kolumbianische Platinproduktion nach der russischen die zweite Stelle ein. Die Seifen liegen im Choco-Distrikt nördlich der Choco-Bai auf der Wasserscheide zwischen den Flüssen Atzato und San Juan. Die Menge des Platins wird von der des Goldes übertroffen; nach Kemp umhüllt das Platin mitunter das letztere, beide müßten hier also auf derselben primären Lagerstätte anzutreffen sein. Da das Platin gelegentlich mit Chromit verwachsen ist, so kann auch hier seine Herkunft aus einem Peridotitgebirge als sicher betrachtet werden. Columbien lieferte im Jahre 1904 ungefähr 300 kg Platin.

Von dem Palladiumgehalt mancher Goldlagerstätten in Brasilien war S. 602 die Rede. Nach Hussak[2]) kommt das Platin, wie seit dem Jahre 1801 bekannt ist, im Gebiete des Rio Abaeté, einem Zuflusse des Rio San Francisco vor. Als seine Begleiter in den Sanden finden sich u. a. Diamant, Almandin, Pyrop, ein Titanoxyd, Magnetit, Chromit und Perowskit; seine Herkunft aus Peridotiten ist hier gleichfalls sehr wahrscheinlich. Das Metall ist frei von Palladium, eisenhaltig und teilweise sehr stark magnetisch. Wegen des merkwürdigen Platinvorkommens in der Jacutinga von Gongo Socco, in goldführenden Quarzgängen am Rio Bruscus und in konglomeratischen Quarziten am Ostabhange der Serra do Espinhaco, wo es von seltenem Diamant begleitet wird, sei auf Hussaks Abhandlung verwiesen.

In Neusüdwales[3]) tritt ein wenig Platin in den im Nordosten des Landes gelegenen Goldseifen des Richmond- und des Clarenceflusses, ferner in den deep leads von Fifield und als sehr seltener Bestandteil anderer Goldseifen auf. Abweichend ist das von Jaquet beschriebene Platinvorkommen in eisenschüssigen Massen, die an einen eisernen Hut erinnern, jedoch nicht in die Schiefer und Gneise hinabsetzen. Das Platin kann nur chemisch nachgewiesen werden. Gelegentlich sind diese Lagerstätten etwas kupferhaltig. Keines dieser Platinvorkommen hat eine technische Bedeutung.

Über das Vorkommen des Platins auf Borneo hat Horner[4]) berichtet.

II. Die Zinnerzseifen.

Das schwere und sowohl chemischen wie mechanischen Einflüssen gegenüber recht widerstandsfähige Zinnerz kommt in eluvialen und alluvialen Seifen

[1]) Kemp, U. St. Geol. Surv. Bull., No. 193, 62—65.

[2]) Über das Vorkommen von Palladium und Platin in Brasilien; Sitz.-Ber. math.-naturw. Klasse d. Kais. Ak. der Wiss., CXIII, Abt. I, 1904, 379—465, bes. 432 bis 465, Lit.

[3]) Jaquet, Platin-Lagerstätten von Mulga Creek bei Broken Hill; Austr. Min. Standard, 1893, 50, danach Ztschr. f. prakt. Geol., 1893, 322—323. — Ders., Platinbergbau zu Fifield in Neusüdwales; Berg- und Hüttenm. Ztg., LV, 1896, 109, nach Austr. Min. Standard, 1896, 720—721.

[4]) Horner, Vorkommen von Platin und Diamanten auf Borneo; Pogg. Ann., LV, 1842, 526—529.



häufig in der nächsten Nähe seiner ursprünglichen Lagerstätten vor. Beide Arten von Zinnerzseifen, die oft ineinander übergehen, sollen im folgenden gemeinschaftlich behandelt werden. Das Erz wird selbstverständlich von den widerstandsfähigen Genossen seiner gangförmigen Lagerstätten, wie Turmalin, Topas, Quarz, auch Wolframit, Wismut, seltener Monazit, sowie von Bestandteilen des zerstörten Granits, wie Zirkon, Korund usw. begleitet. Schon bei der Besprechung der Zinnerzgänge ist mehrfach der Zinnseifen Erwähnung geschehen, so daß auch auf die diesbezügliche Literatur verwiesen werden darf.

Die weitaus größte Menge der heutigen Zinnproduktion (S. 923) entstammt eluvialen und alluvialen Seifen.

In vielen Tälern und Schluchten der **erzgebirgischen** Granitzone und des zunächst angrenzenden Schiefergebirges, wo talaufwärts Zinnerzgänge vorkommen, finden sich bis zu 10 m mächtige Zinnerzseifen.[1]) Es sind regellose Ablagerungen von bis zu 0,5 m mächtigen Blöcken, Geröllen, Sand aus dem Material der benachbarten Granite und Kontaktgesteine, von Gangstücken, Gangmineralien und selten auch, wie bei Schneeberg, mit ein wenig Gold. Nur ausnahmsweise, wie an der Steinhöhe zu Abertham, treten Zinnerzseifen unter dem tertiären Basalt auf. Die erzgebirgischen Zinnwäschen bestanden nachweislich seit der ersten Hälfte des XV. Jahrhunderts; zuletzt wurde noch alluviales Zinnerz im Jahre 1822 an der Sauschwemme bei Eibenstock gewonnen. Es mag hier auch an die schon früher erwähnten Zinnseifen des Fichtelgebirges erinnert werden. Zinnerzhaltiges Alluvium (oder Eluvium) mit etwas Wolframit ist in den letzten Jahren noch zu Vaulry und Cieux in Frankreich abgebaut worden.

Die Zinnseifen von **Cornwall**[2]) finden sich in den alten flachen, gegen Süden sich öffnenden Tälern der Halbinsel, seltener in den steil abfallenden nördlichen. Die großen Zinnseifenwerke von Perran-Arwor, Ladock, St. Stephens, St. Austell und Luxullion sind schon seit Jahrzehnten fast ganz erschöpft. Die zinnerzführenden Lagen von Detritus haben eine wechselnde Mächtigkeit bis zu einigen Metern, bestehen aus teilweise nur schwach abgerollten oder eckigen Bruchstücken von Granit, Granitmineralien, sowie Gangquarz und werden bedeckt von Granitsand- und Schutt, Schieferbrocken usw. und endlich von Torf. Das Erz kommt z. T. in recht gut erhaltenen Kristallen vor. Bemerkenswert ist das sehr verbreitete Auftreten von Gold in Form von Blättchen, Staub, Drähtchen und gerundeten Partikeln; letztere sollen bis zu 31 g schwer gewesen sein. Sein Feingehalt (901 Tausendstel) war höher als derjenige des dortigen Ganggoldes. Außer der dem Felsgrund aufgelagerten erzführenden Schicht ist mitunter noch eine zweite obere zu beobachten. Das Zinnerz selbst kommt mitunter in der Form des faserigen Holzzinnes vor. Die durch die marine Aufbereitung der Zinnerzgänge z. B. an der Cligga Head entstandenen zinnhaltigen Alluvionen geben den Strandbewohnern einigen Verdienst. Schon in den 1870er

[1]) Schurtz, Der Seifenbergbau im Erzgebirge und die Walensagen, 1890, Lit. — Laube, Geologie des böhmischen Erzgebirges, I, 1876, 77—78. — Gaetzschmann, Beiträge zur Geschichte des Freiberger Zinnbergbaues; Berg- und Hüttenm. Ztg., III., 1844, bes. 242—243. Sektionen Schneeberg (S. 79), Eibenstock (S. 46), Wiesenthal (S. 86), Johanngeorgenstadt (S. 127), Falkenstein (S. 58), Schwarzenberg (S. 148) der geol. Spezialkarte v. Sachsen.

[2]) Henwood, On the detrital tin-ore of Cornwall; Journ. Royal Inst. Cornwall, XV, 1873, übersetzt von Zeiller, Ann. d. min. (7), VI, 1874, 114—130. — Zirkel, Bergmännische Mitteilungen über Cornwall; Ztschr. f. d. Berg-, Hütt.- und Sal.-Wes., IX, 1861, 242—261, bes. 249.



Jahren hat die ganze Produktion aus den cornischen Zinnerzseifen kaum 50 t betragen.

Das gangförmige Auftreten des Zinnerzes in verschiedenen Rhyolithgebieten **Mexicos**[1]) wurde S. 946 besprochen. Im Zusammenhang damit stehen die zahlreichen und weitverbreiteten Zinnerzseifen, auf welchen sich das Erz als Holzzinn (hueso), d. h. in nierenförmigen, konzentrisch schaligen bis pfundschweren Stücken von ziemlich lichter Farbe findet. Die Zinnseifen werden abgebaut in den tiefen, das Hochland durchziehenden Schluchten (arroyos); da diese letzteren sehr steile Hänge und schmale Talböden haben, besitzen die Seifen keine sehr weite Ausdehnung. Doch sollen beispielsweise bei Cuevas in Zacatecas jährlich 500 cargas = $62^1/_2$ t von diesem Seifenzinn gewonnen und verhüttet werden.

In Burma wurden im Jahre 1903 gegen 120 t Waschzinn gefördert; auf der Palganj Estate am Barakar-Fluß kommt auch etwas Gangzinn vor.[2])

Die malayischen Königreiche auf der Halbinsel **Malakka** und die in deren südlicher Fortsetzung liegenden Sundainseln Bangka, Billiton, Karimon usw. sind das zinnreichste Gebiet der Welt.[3]) Den fast ausschließlichen Gegenstand der Gewinnung bilden die Zinnseifen. Im Königreich Perak ist Muskovitgranit häufiger als Biotitgranit; er ist oft turmalinreich und greisenartig umgewandelt; mit ihm treten saure und basische Ganggesteine auf, außerdem herrschen paläozoische Schiefer und Kalke, Gneise, Phyllite und Quarzite.

---

[1]) Ingalls, The tin deposits of Durango, Mexico; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XXV, 1895, 146—163, Lit. und Geschichtliches. — Ders., ebenda XXVII, 1897, 428—429. — E. Halse, The occurrence of tin ore at Sain Alto, Zacatecas etc.; ebenda XXIX, 1900, 502—511.

[2]) Rec. Geol. Surv. Ind., XXXII, part. I, 1905, 55—63.

[3]) Außer der auf S. 947—948 angegebenen Literatur siehe: Posewitz, Die Zinninseln im Indischen Ozeane. I. Geologie von Bangka; Mitt. k. ung. geol. Anst., VII, 1885, 155—182. II. Das Zinnerzvorkommen und die Zinngewinnung in Bangka; ebenda VIII, 1886, 59—106; Ref. N. Jahrb., 1887, II, —107—110—. — Ders., Die geologisch-montanistischen Verhältnisse der Insel Billiton (Blitong); Peterm. Mitt., XXXIII, 1887, 108—116, Lit. — de Morgan, Note sur la géologie et sur l'industrie minière du royaume de Pérak et des pays voisins (presqu'île de Malacca); Ann. d. mines (8), IX, 1886, 368—442; Ref. N. Jahrb., 1887, II, —314—. — Doyle, On some tin-deposits of the Malayan Peninsula; Quart. Journ. Geol. Soc., XXXV, 1879, 229 bis 232. — Reyer, Zinn in Birma, Siam und Malakka; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XXVII, 1879, 563—564, 575—576, ältere Lit. — Ders., Die Zinnerzlagerstätten von Perak, Malakka, und ihre Ausbeutung; Berg- und Hüttenm. Ztg., XLVII, 1888, 181—183. — Ders., Banka und Bilitong; ebenda XXVII, 1879, 384—385, 395 bis 397, 407—409. — Ders., Zinn in Australien und Tasmanien; ebenda XXVIII, 1880. — Rolker, The alluvial tin-deposits of Siak, Sumatra; Transact. Am. Inst. Min. Eng., XX, 1892, 50—84, 771—772. — Louis, Die Zinnseifen der Halbinsel Malakka; Ztschr. f. prakt. Geol., 1896, 233—234, nach Western Daily Mercury, 1895. — Dach, Über das Vorkommen und den Abbau von Zinnseifen auf der Insel Karimon; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXII, 1863, 337—338. — Cramer, Das Zinnerz und seine Gewinnung auf der Halbinsel Malacca; Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw., XLII, 1894, 543—545.



Zinnerz findet sich in der Gefolgschaft des Granites auf Quarzgängen. Die Zinnseifen sind in weitester Verbreitung anzutreffen. Ihre Unterlage bildet ein grauer oder weißer, manchmal mit eckigen Quarzbrocken durchmischter Ton, den die Chinesen als „kong“ bezeichnen und der unmittelbar auf dem Grundgebirge ruht; darüber folgen die unzusammenhängenden, mitunter sehr reichen und ausgedehnten, häufig aber voneinander ziemlich weit entfernten zinnerzführenden Ablagerungen, die im ganzen eine linsenförmige Gestalt besitzen. Sie sind in fast allen Flußtälern anzutreffen, besonders reich im Gebiet der Kinta. Das Zinnerz hat eine hellgelbe oder braune Farbe und findet sich manchmal in 40—50 kg schweren Klumpen, hier und da auch verwachsen mit Gangquarz. Der Gehalt der Seifen schwankt schon innerhalb kurzer Entfernungen; er beträgt häufig 0,6—1 % an Zinnmetall. Da man in den Alluvionen stellenweise Steinwerkzeuge gefunden hat, so dürfte ihr Alter ein recht jugendliches sein. Die jüngsten Schlamm-Ablagerungen, die äußerst fruchtbaren „bakaos“ der Küstengegenden, enthalten kein Zinnerz. Die Mächtigkeit der Zinnerzlager beträgt 0,3—5 m, die darüberliegenden recht wechselnd zusammengesetzten Massen von Humus, Ton, Sand und Schotter erreichen eine Stärke von 25 m. Neben Perak ist ein weiteres wichtiges Zinngebiet das südlich davon gelegene Königreich Selangor; zinnführend sind aber in einer Ausdehnung von etwa 600 km die Flußtäler im Osten und Westen des die Halbinsel durchziehenden Granitgebirges, wenn sie auch bei weitem noch nicht überall erschlossen sind. Die Zinngewinnung auf der malayischen Halbinsel reicht in die fernsten Zeiten zurück; sie wird außer von englischen Gesellschaften ganz besonders von Chinesen betrieben. Das über die englischen Küstenplätze der Straits Settlements ausgeführte, im Handel als das Straitszinn bekannte Zinn beherrscht heute den Zinnmarkt. Über die Produktion siehe S. 923.

Über das protogene Vorkommen des Zinnerzes auf **Bangka** und **Billiton** wurden schon S. 947 Angaben gemacht. Die wirtschaftlich allein wichtigen Zinnseifen werden bezeichnet als die Kaksa. Diese liegt auch hier stets unmittelbar über dem „kong“ genannten Tone. Das Erz ist entweder eluvial, durch Auswitterung aus den Gängen entstanden und findet sich dann unweit seiner ursprünglichen Lagerstätte (Bergzinn, Kuliterz), von wo es über flache Plateaus verbreitet worden sein kann (Kulitkollongerz), oder es ist durch die Flüsse in die jungen, quartären Täler verschwemmt und dort aufbereitet und an den tiefsten Stellen der letzteren abgelagert worden (Kollongerz). Die in der Kaksa gefundenen Fossilien, wie u. a. ein Zahn des noch lebenden Elephas Sumatranus, weisen daraufhin, daß sie mindestens teilweise sehr jugendlichen Alters ist. In einzelnen Fällen wiederholt sich die zinnerzführende Kaksa in mehreren, durch sehr zinnerzarme Mittel getrennten Lagen; der größere oder geringere Erzreichtum der verschiedenen Fundplätze war von der jeweiligen Stromstärke und Korngröße abhängig. Das Zinnerz der Kollongerzlager ist stets an die untersten Teile grober Sandlagen gebunden. Die Mächtigkeit der Decklagen ist auf Billiton im ganzen geringer als auf Bangka; sie beträgt dort 4—6, seltener 8—11, hier 8—12, ja auch 14—16 m. Die Zusammensetzung der Kaksa richtet sich zwar nach der Natur des Untergrundes, sie besteht aber

allgemein zu 80—95 % aus Körnern, Bruchstücken und selbst aus Kristallen von Quarz, dazu aus Ton und Zinnerz, zu denen als seltenere Beimengungen u. a. noch Eisen- und Manganerze, Bauxit, Topas, Gold, Wolframit, lokal auch Monazit und endlich als höchst seltsame Funde im Kulitkollongerz von Billiton merkwürdige, 1—6, sehr selten bis zu 8 cm große, stark korrodierte Glaskugeln kommen, die auch in Java, Borneo und Australien entdeckt worden sind und vielleicht im böhmischen Moldavit ihr Analogon besitzen.[1] Man ist neuerdings geneigt, ihnen einen außerirdischen Ursprung zuzuschreiben. Die zinnerzführenden Talzinnlager sind meistens 0,3—0,5, höchstens 1 m mächtig und enthalten im Kubikmeter 20—40 kg (1—2 %) Erz; sie bestehen in der Regel aus einem losen, mitunter aber auch durch ein eisenschüssiges Bindemittel verkitteten Agglomerat. Die Zinnerzkörnchen besitzen Durchmesser von 3—5 mm, seltener werden sie nußgroß. Auch Zinnerzkristalle finden sich. Die Seifen folgen den Rinnen und Tiefen der Flußbetten, werden 50—100 m breit und nur selten bis zu 10 km lang. An der Ostküste von Billiton wurden auch marine Zinnerzseifen abgebaut.

Die Zinnerzlager auf Bangka wurden um 1710 durch Malayen entdeckt und seit 1725 von Chinesen ausgebeutet. Seit 1851 geschieht die Gewinnung unter Aufsicht holländischer Regierungsingenieure. Im Jahre 1904 betrug die Zinnproduktion der beiden Inseln 15000 t oder etwa 5000 t weniger als im Jahre 1901.

Die wichtigsten Zinnseifendistrikte des australischen Festlandes[2]) waren diejenigen in der Gegend von Vegetable Creek in **Neusüdwales**. Deep leads heißen die tertiären zinnhaltigen Alluvionen, die 30—60, stellenweise auch 165 m unter der Oberfläche liegen; sie finden sich in unregelmäßiger Verbreitung in alten Strombetten z. B. dort, wo alte Nebenflüsse einmündeten. Die mehr oberflächlich liegenden Zinnseifen bezeichnet man als die shallow placers. Die deep leads sind reicher als diese. Die Entdeckung des Zinnerzes von Vegetable Creek geschah ebenso wie diejenige der Lagerstätten von Stanthorpe an der Grenze von Neusüdwales und Queensland im Jahre 1872 und hatte eine sehr erregte Börsenspekulation zur Folge. Gleichfalls im nördlichen Teile von Neusüdwales liegen die ausgedehnten Seifengebiete von Inverell, Mont Mitchell und Tenterfield. Als Begleiter des Zinnsteines auf den Seifen werden genannt Gold, oft sehr schöner Topas, Korund, Zirkon, Granat, Turmalin, Wolframit usw. Neusüdwales erzeugte im Jahre 1904 ungefähr 1100 t Zinnmetall; der größte Teil der Produktion stammte aus den Flußseifen des Nordens.

[1]) Stelzner, Über eigentümliche Obsidian-Bomben aus Australien; Ztschr. d. deutsch. geol. Gesell., 1893, 299—319. — Verbeek, l. c. 235—272. — Krause, Obsidianbomben aus Niederländisch-Indien; Samml. geol. Reichs-Mus. in Leiden (1), V, 1898, 237—252; Ref. N. Jahrb., 1900, I, — 360—361 —. — F. E. Sueß, Über den kosmischen Ursprung der Moldavite; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1898, 387—403.

[2]) Wolff, Australisches Zinn; Berg- und Hüttenm. Ztg., XXXIV, 1875, 2—3, 12—14, 24—26, 29—30. — David, Geology of the Vegetable Creek tin-mining field, New England district, New South Wales; New South Wales Dep. of Mines, 1887. — Hume, Report on the Queensland tin field (Stanthorpe), 1874.



Die bedeutendste australische Zinnerzlagerstätte ist diejenige am **Mount Bischoff**[1]) bei Waratah, etwa 70 km vom Hafen Emu Bay an der Nordküste Tasmaniens entfernt. Die geologischen und petrographischen Verhältnisse der primären Lagerstätten sind schon S. 951 besprochen worden; sie haben keine so große wirtschaftliche Bedeutung, wie die seit 1873 abgebauten zinnführenden Trümmerlagerstätten. Der wichtigste Teil des Zinnvorkommens am Mount Bischoff war die sogen. „Brown face". Sie lag in einem fast rings von umgewandelten Quarzporphyren umgebenen Schiefergebiete nahe dem Gipfel des über seine Umgebung nur wenig ansteigenden Berges und bestand aus einem an Brauneisenerz außerordentlich reichen, weit ausgedehnten, bis zu 90 m tiefen Schuttwerk von Schieferbrocken, wozu nahe den Quarzporphyren auch Trümmer dieses Gesteins kamen. Daneben fanden sich in mehr oder weniger großen Mengen auch die topasierten und turmalinisierten Modifikationen dieser Gesteine, Quarz in grusigen Anhäufungen und als Bindemittel von Breccien sowie Zinnerz. Der Abbau dieser Schuttmasse, die man als den hochgradig verwitterten und zerfallenen Ausstrich einer großartigen stockwerkartigen Lagerstätte wird bezeichnen dürfen, ergab im Laufe der Jahre einen tiefen unregelmäßigen Trichter, auf dessen Boden Porphyrinseln anstehen. Ein von Süden her in den Schutt getriebener Stollen erschloß zuerst verwitterten, teilweise sandig zerfallenen und zinnreichen Porphyr, der 10—20 t schwere, unregelmäßig in dem Grus verteilte Zinnerzblöcke enthielt; dann folgten die festen, stellenweise bis zu mehrere Fuß mächtigen anstehenden Zinnerzadern, woneben im übrigen der ganze Porphyr fein mit Zinnerz durchwachsen ist. Die eigentliche Brown face ist jetzt erschöpft und an ihrer Stelle befindet sich ein über 200 m weiter, immer noch über 30 m tiefer kraterförmiger Kessel, in welchem die teilweise von Kiesen begleiteten, anstehenden Zinnerzmassen abgebaut werden. Nach Sandeman war der Zinnerzgehalt der Brown face durchschnittlich 3 %. Die sogen. White face besteht aus Zinnerz und aus Sand und Bruchstücken des zinnerzführenden topasierten Quarzporphyrganges, zu dessen beiden Seiten sie sich hinzieht; sie ist 450 m lang, 120 m breit, im Durchschnitte 10 m mächtig und enthält durchschnittlich 2 bis 3 % Zinnerz. Ihr Untergrund soll nach Sandeman aus Blöcken von Spateisenstein, Magnetkies, Blende und Ton zusammengesetzt sein und enthält fast kein Zinn. Mehr oder weniger ähnlich sind noch mehrere andere der sogen. Faces, wie z. B. die 300 m lange, 70 m breite und 45 m tiefe Slaughter face. Auf Bruchstücken von der Slaughter face, die scheinbar Zinnerzgängen entstammen, finden sich neben Wolframit auch Monazitkristalle. Der Bergbau am Mount Bischoff hat seit 1878 eine außerordentliche Blüte erreicht; bis 1904 wurden allein von der

[1]) Außer der S. 951 zitierten Literatur seien genannt: Ranft, Der Zinnbergbau am Mt. Bischoff, Tasmania; Berg- und Hütt. Ztg., XLVIII, 1889, 351—353. — Sandeman, The mineral resources of Tasmania; Transact. Fed. Inst. Min. Eng., XVIII, 1899—1900, 24—41, bes. 32—36. — v. Foullon, Reiseskizzen aus Australien und Neu-Seeland; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XLII, 1894, Ver.-Mitt. bes. 63—64. — Fawns, The Mount Bischoff tin mine; Mineral Industry 1904, XIII, 1905, 405—408. — vom Rath, Über Ulrichs Karte des Mount Bischoff; Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 1878, 7. — Ders., Sitz.-Ber. Niederrh. Ges., 5. III. 1877; XXXIV, 1877, 65—66.

Mount Bischoff Tin Mining Company gegen 65 000 t Zinnerz gewonnen und fast 40 Mill. Mark Reingewinn erzielt. Der Durchschnittsgehalt des gegenwärtig verwaschenen Materials beträgt 1,322 % Zinn. In der großen Hauptsache sind die Zinnerzlagerstätten des Mount Bischoff eluvial; v. Foullon hält es allerdings für zweifellos, daß gewisse Ablagerungen, die eine deutliche Schichtung in sich wiederholenden, nach der Korngröße verschiedenen Bänken zeigen, unter Zutun des Wassertransportes entstanden seien.

III. Die Eisenerzseifen.

Die Möglichkeit eluvialer und alluvialer Anhäufungen von Eisenerzen ist zweifellos überall besonders in der Nähe von Magneteisen- oder Titaneisenerzlagerstätten gegeben. Im nachstehenden sollen nur wenige Vorkommnisse erwähnt werden, die ein wissenschaftliches oder technisches Interesse erlangten. Es handelt sich um Zusammenschwemmungen von Magneteisen und um fälschlicherweise als Bohnerze bezeichnete Brauneisensteine. Die Eisensteine von Peine mögen hier ihre Stelle finden, wiewohl es neuerdings wahrscheinlich geworden ist, daß sie keine eigentlichen Seifenablagerungen sind. Ihre Einordnung könnte deshalb eher als ein Nachtrag zu der Besprechung der konkretionären Eisen steine, insbesondere derjenigen von Salzgitter betrachtet werden.

Durch die marine, lakustre oder fluviatile, vielleicht auch durch die äolische Aufbereitung älterer und jüngerer eisenerzhaltiger, also hauptsächlich basischer Eruptivgesteine oder vulkanischen Auswurfsmaterials entstehen die Eisensande,[1]) welche in manchen Gegenden eine primitive Verhüttung erfahren haben. Sie bestehen aus (titanhaltigem) Magneteisenerz oder seltener aus Titaneisen samt Quarz und besonders auch schweren und mehr oder weniger widerstandsfähigen Silikaten, wie Granat, Pyroxen, Titanit, Hornblende, Olivin, wohl auch mit Zirkon, Spinell usw. Deecke hat solche Sande, wie sie an der Ostseeküste stellenweise vorkommen, genauer beschrieben. Sie entstammen dort dem glazialen Detritus nordischer Gesteine und finden sich deshalb auch an den Binnenseen der norddeutschen Tiefebene wieder. Am Lake Champlain im Staate New York bildet Titaneisen mit Granat, Pyroxen und Hornblende eine bis zu mehrere Zoll dicke Ablagerung, die von den dortigen eruptiven Titaneisenerzlagerstätten herrührt. Über das Vorkommen des Eisensandes im Feuerland haben A. Sjögren und Carlsson berichtet. In der Landschaft Usambara in Deutschostafrika ist der lokal vorkommende Magneteisensand von den Eingeborenen zu Waffen verarbeitet worden.

---

[1]) Deecke, Über den Magneteisensand der Insel Ruden; Mitt. Naturw. Verf. f. Neuvorp. u. Rüg., XX, 4. VII. 1888. — A. Sjögren och Carlsson, Om recenta lager af jernmalm under bildning på Eldslandet; Geol. För. Förh., XIV, 1892, 75—86. — C. W. Schmidt, Magneteisensand in Usambara; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., XXXVIII, 1886, 451—452. — Obalski, Über die Eisensande des Lorenzstromes; Journ. Can. Min. Inst., IV, 91—98; Journ. Iron and Steel Inst., 1901, II, 346. — Les mines du Japon, 1900, 329—335. — Metcalf Smith, Über die Verarbeitung des Magnetitsandes auf Neuseeland; n. e. Vortr. im Iron and Steel Institute; Österr. Ztschr. f. Berg- und Hüttenw., XLIV, 1896, 337—338. — v. Drasche, Weitere Bemerkungen über die Geologie von Réunion und Mauritius; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., XXVI, 1876, bes. 42. — Rinne, Magneteisensand in der Minahassa auf Celebes; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., LII, 1900, 343. -- Siehe auch Zirkel, Petrographie, III, 1894, 712—713.



Aus der Aufbereitung von Noriten stammen die längs des Lorenzo-Stromes in Kanada vorkommenden Magneteisensande.

Titanhaltige Magneteisensande werden seit vielen Jahrhunderten in **Japan** im Departement Shimané verhüttet. So haben die schon im Jahre 904 entdeckten Lagerstätten von Sugaya besonders von 1818—1853 gute Erträge gegeben und noch vor etwa 10 Jahren hat man zu Ai solche in Abbau genommen. Die Erzförderung beträgt jetzt noch einige tausend Tonnen.

Eine sehr verbreitete Erscheinung sind solche Sande im Gebiete von Vulkanen, aus deren lockeren Auswurfsmassen und Laven sie durch fließende Wässer und das Meer herausgewaschen werden. Sie finden sich z. B. an der Küste von Neapel, auf Réunion und im nordöstlichen Celebes. Bei New Plymouth, in der Provinz Taranaki auf Neuseeland, führt der Strand auf eine Länge von 20 km Magnetitsande, die verarbeitet worden sind; die reichsten Lagen der bis zu 4 m mächtigen Schichten enthalten 82 % $FeO + Fe_3O_4$ und 8 % TiO_2. Die Sande sind vom Vulkan Mount Egmont herabgeschwemmt.

Zu den alluvialen Seifen gehören nach Stelzner[1]) die sogen. Bohnerze der Villacher Alpe in Kärnten. Die eckigen oder eckig-rundlichen Körner oder bis zu 2 cm Durchmesser erreichenden Brocken sind glatt, wie poliert und bestehen aus dichtem Brauneisenerz, zum Unterschiede von den echten eluvialen oder metathetischen Bohnerzen ohne schalig-konzentrische Struktur. Sie liegen in einer roten Erde, worin sich außerdem noch Körner von Magnetit, Pseudomorphosen von Pyritwürfeln, Kriställchen und Splitter von Rutil, Zirkon, Granat (dieser bis zu Haselnußgröße), Epidot, Hornblende, Turmalin, Chlorit und Quarz vorfinden. Nach Stelzner handelt es sich in diesem ca. 1500 m hoch gelegenen Vorkommen möglicherweise um glaziale, durch spätere Umlagerungen und Zusammenschwemmungen vielleicht angereicherte Ablagerungen. Zu ähnlichen mineralogischen Resultaten wie Stelzner ist v. Foullon[2]) bei der Untersuchung gewisser Bohnerze aus der Lunzer Gegend gelangt.

Zwischen Laibach und Tarvis in **Krain**,[3]) besonders in der Gegend von Wochein, finden sich merkwürdige, eisenerzhaltige Schuttgebilde in Einsenkungen, in Kesseln, Spalten und gedärmartigen Schläuchen, die sich stellenweise zu Höhlen erweitern, auf dem von Triaskalken gebildeten, vom Triglav überragten Kalkplateau. Unter einer 20—30 m mächtigen Decke von Kalkschutt liegt die sogen. Lavora, ein loses oder zusammengebackenes Haufwerk von glatten, glänzenden Körnern und mehr oder weniger abgerundeten Fragmenten von Brauneisenstein, seltener von Roteisenstein, sowie von Kalktrümmern in einer lehmigen Grundmasse. Einzelne Fragmente sind Pseudomorphosen nach Markasit, dazu kommen spärliche Fragmente von Milchquarz. Unter der Lavora folgt stellenweise nochmals Kalksteinschutt. Eine ähnlich beschaffene Ausfüllung zeigen die Schläuche und Höhlen, die zumeist schon bei 30 m Tiefe endigen, zuweilen aber auch mit ganz unregelmäßiger Gestalt bis zu 252 m Teufe verfolgt worden sind, ohne daß man ihr Ende erreicht hätte. Manche solche Höhlen

---

[1]) Stelzner, Über die Bohnerze der Villacher Alpe; ebenda XXXVII, 1887, 317—322.

[2]) v. Foullon, Die von Herrn Jos. Haberfelner gemachten Funde von Bohnerz am Rosseck-Sattel, am Dürrnstein und am Herrnalpboden südlich von Lunz; Verh. k. k. geol. Reichsanst., 1887, 219—220.

[3]) v. Morlot, Über die geologischen Verhältnisse von Istrien mit Berücksichtigung Dalmatiens und der angrenzenden Gegenden Croatiens, Unterkrains und des Görzer Kreises; Haid. Naturw. Abh., II. Abt., I, 1848, 257. — Ders., Über die geologischen Verhältnisse von Oberkrain; Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., I, 1850, 389—411, bes. 405—408.

sind leer geblieben. Diese fälschlich als Bohnerze bezeichneten Eisenerzbrocken zeigen keinen konzentrischen Bau, sondern sind offenbar nur eingeschwemmte, von anderen Eisenerzlagerstätten herrührende Fragmente. Sie sind von mehreren Hochöfen in Krain verhüttet worden.

Als Eisensteinseifen werden allgemein die Eisensteinablagerungen des norddeutschen Hilskonglomerates und in den senonen Strandbildungen der Gegend von **Peine**[1]) bezeichnet. Daß die ersteren, welche bei Salzgitter, Dörnten usw. entwickelt sind, in der Hauptsache nicht aus Geröllen präexistierender Eisensteine bestehen, sondern ihre Konglomeratnatur infolge einer an Ort und Stelle erfolgten Zertrümmerung und Verschwemmung eines verhärteten Eisenschlammes erhalten haben dürften, wurde schon in einem früheren Abschnitt für sehr wahrscheinlich gehalten und die Hilseisensteine deshalb unter den protogenen Lagerstätten besprochen. Es erscheint nun auch höchst fraglich, ob nicht für die Brauneisensteinkonglomerate von Peine dasselbe gilt.[2])

Die auf mehrere Kilometer hin in Tagebauen bei Adenstedt und Groß-Bülten, 6 km südlich von Peine und unweit der Großilseder Hütte aufgeschlossenen Brauneisensteine bilden ein bis über 10 m mächtiges Flöz zwischen gelbgrauem Quadratenmergel im Hangenden und dem Gaultton im Liegenden. Es fällt unter 15—20° NW. ein und ist auf eine beträchtliche Entfernung hin nördlich von seinem Ausstriche durch Bohrungen nachgewiesen worden, bei Adenstedt indessen gegen Nordwesten abgeschnitten. Es besteht aus runden, gerundeten oder fast scharfkantigen Geröllen und zweifellosen, fast scherbenartigen Bruchstücken von über Faustgröße bis herab zur Größe von Sandkörnern inmitten eines reichlichen Zämentes, der gegen das Liegende tonigmergelig, gegen das Hangende kalkig ist. Es ist zu bemerken, daß die Erzbrocken in den unteren Teilen der Lagerstätte grüne Kerne einer noch nicht näher untersuchten mergelartigen Substanz umschließen und selbst aus dieser hervorgegangen zu

---

[1]) Strombeck, Über die Eisensteins-Ablagerung bei Peine; Ztschr. d. deutsch. geol. Ges., IX, 1857, 313—322. — Brauns, Die obere Kreide von Ilsede bei Peine und ihr Verhältnis zu den übrigen subhercynischen Kreideablagerungen; Verh. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf., XXXI, 1874, 56—76. — Ders., Über die Eisensteinlager von Ilsede unweit Peine; Ztschr. f. d. ges. Naturw., N. F., IX, 1874, 280. — G. Müller, Die Molluskenfauna des Untersenon von Braunschweig und Ilsede; Abh. k. preuß. geol. Landesanst., N. F., XXV, 1898. — Hoyer, bei Beck, Erzlagerstättenlehre, 1903, 633—634.

[2]) * Ich zweifle nicht daran, daß eine genauere Untersuchung, als sie mir gelegentlich meines vor kurzem erfolgten Besuches möglich war, die oben ausgesprochene Vermutung bestätigen wird, daß es sich hier nicht nur um Zusammenschwemmungen von Trümmern älterer Eisensteine, sondern hauptsächlich um authigene Brockenbildung handelt. Daß vielleicht auch metasomatische Prozesse im Spiel waren, könnte nicht ganz unwahrscheinlich sein. Als ich den Abschnitt über Salzgitter (S. 220) verfaßte, war mir das Ilseder Erz nur in Sammlungsstufen bekannt. Auf die erwähnten Ähnlichkeiten zwischen beiden Vorkommnissen hat mich seitdem auch Herr Dr. E. Harbort hingewiesen. *



sein scheinen, während der Brauneisenstein im Hangenden in krustenförmiger Umhüllung sehr oft Brocken von Kalkstein umgibt. Sowohl der Einschluß wie der Eisenstein zeigen sehr häufig eine an intensive Anätzung erinnernde buckelig-warzige oder zerfressene Oberfläche. Es scheint, daß sich die in der Literatur erwähnten hohlen „Gerölle", die in Wirklichkeit teilweise recht scharfkantig sind, durch Auslaugung oder Auswaschung dieser Einschlüsse gebildet haben. Es ergaben sich dabei die oft prächtigen Drusen mit teilweise manganhaltigem Kalkspat, Manganspat, Pyrolusit und Psilomelan, welche sich insbesondere in den ausgehenden Partien des Lagers bei Adenstedt gefunden haben. In dem hangenden, stellenweise mit Grünsand durchlagerten Mergel, in den das Lager übergeht, finden sich zahlreiche Schwämme, Seeigel, Belemniten, Janira, Isocardia, Ostreen und in den hangenden Teilen des Lagers selbst kolossale Ammoniten. Inmitten der Eisensteinbrocken sind auch zweifellose Gerölle von Toneisensteinen des Gault enthalten, die gut erhaltene Ammoniten beherbergen können. Die sehr häufigen Phosphoritknollen wurden früher ausgehalten und an die Phosphatfabriken geliefert. Der recht kalkreiche Eisenstein von Peine enthält 32—35 % Eisen, wenig Schwefel und so viel Mangan, daß die auf der Ilseder Hütte fallenden Schlacken an die Lothringer Eisenhütten verkauft werden. Außer bei Ilsede wird auch 10 km weiter südwestlich eine 2—7 m mächtige, etwas ärmere Eisensteinablagerung bei Bodenstedt abgebaut; andere Vorkommnisse dieser Art sind bei Barbecke, Söhlde usw. gelegen.

Die Ilseder Eisensteinlager werden etwa seit dem Jahre 1860 in größerem Maßstabe abgebaut; die jetzige hohe Blüte der Ilseder Hütte datiert aus den 1870er Jahren. Die sämtlichen ihr gehörenden, im Harzvorlande gelegenen, z. T. auch auf Hilseisensteinen bauenden Gruben haben im Jahre 1904 504000 t Erze ergeben, die Hütte selbst produziert rund 250000 t Roheisen.

Ergänzungen,

auf welche im Text hingewiesen wurde.

S. 155, Lake Superior. Clements, The Vermilion iron-bearing district of Minnesota; Monogr., XLV, U. St. Geol. Surv., 1903. Bei Tower, Soudan und Ely werden Roteisensteine, untergeordnet auch Magneteisen- und Brauneisensteine abgebaut, die nach Clements einer archäischen, über Grünstein liegenden und von diesem durch Graphitschiefer und eine klastische Schichtenfolge getrennten Eisenformation angehören. Letztere besteht aus bunten Eisenkieselschiefern, Grünerit-Magnetit-Schiefern, Hämatit und Magnetit samt untergeordneten Ton- und Graphitschiefern. Sideritkieselschiefer sind zwar nur sehr schwach entwickelt, indessen nach Clements sicherlich auch hier das eigentliche Muttergestein der Jaspise und der reineren Eisenoxyde. Diese als die Soudanformation bezeichneten eisenerzführenden Schichten sind außerordentlich intensiv gefaltet und werden von archäischen, basischen und sauren Eruptivgesteinen durchbrochen. Ihre Mächtigkeit beträgt sicherlich mehrere hundert Fuß. Sie wird diskordant überlagert von Konglomeraten des Huron, über welchen noch einmal eine, auf dem Gebiete der Vereinigten Staaten nur wenig, auf der kanadischen Seite mächtiger entwickelte, ganz analoge Eisensteinformation, die Agawa-Formation, folgt.

Das geologische Vorkommen der sekundär umlagerten Soudan-Eisenerze zeigt alle Analogieen mit denjenigen des Marquette-Distrikts; die Roteisensteine finden sich teils an der Basis der Eisenformation über dem Grünstein oder innerhalb derselben zwischen Eisenkiesellagern, in welche sie übergehen, oder über paint rocks und soap stone. Die Erze enthalten durchschnittlich 63,7 % Fe, 0,057 % P, 4,78 % SiO_2 und 5,50 % H_2O; bemerkenswert ist das Vorkommen von gediegen Kupfer, Cuprit und Kupferkarbonaten in dem Eisenstein. Die hauptsächlichsten Gruben liegen bei Tower und Soudan am Vermilion-See. Die gesamte Produktion des Distriktes von 1884—1902 hat gegen 20 Mill. Tonnen betragen.

S. 626, Maisur. Hatch, The Kolar gold-field; Mem. Geol. Surv. of India, XXXIII, part. I, 1901. Die Schieferzone von Maisur gehört der Dharwar-Formation an und besteht zum größten Teil aus Hornblendeschiefern, welche man für umgewandelte Diabas-Ströme hält. Von dem erwähnten, teilweise gneisartigen Granit werden sie durch Zonen jüngerer Granitintrusionen geschieden und von diesen stellenweise durchbrochen. Die Zerreißung und mechanische

Deformation granitischer Apophysen in den Schiefern führte zur Entstehung konglomeratähnlicher Gesteine. Das ganze Gebiet wird von Diabasgängen durchschnitten. Die Goldquarzlagerstätten gehören zu dem verbreiteten Typus goldführender, in kristalline Schiefer mehr oder weniger konkordant eingelagerter Quarzlinsen. Nur der Champion lode hat sich als abbauwürdig erwiesen. Längs der Goldquarze ist der Hornblendeschiefer reich an braunem Glimmer. Außer den erwähnten Erzen ist noch zu nennen etwas Blende und Bleiglanz; ferner ist bemerkenswert das Vorkommen turmalinführender Quarzgänge. Der Champion lode bildet ein ausgezeichnetes Beispiel für die nachträgliche Faltung und Zerrung solcher Quarzlinsen, die zu „saddle-reef“-ähnlichen Lagerstättenbildern führt. Der Hauptreichtum des Ganges liegt hier wie bei den australischen saddle-reefs in den Umbiegungsstellen, welche ihre frühere Mächtigkeit mehr oder weniger bewahrt haben und bis zu 10 m Dicke anschwellen können. Während der Betriebszeit von 1882—1900 hat der durchschnittliche Goldgehalt der Quarzmassen häufig über 50 g in der Tonne betragen; der Feingehalt des Freigoldes ist 920 Tausendstel. Im Jahre 1900 belief sich der Wert des gewonnenen Goldes auf über $21^1/_2$ Mill. Mark, derjenige der Gesamtproduktion von 1882—1900 wird zu 231 Mill. Mark angegeben.

Berichtigungen.

S. 317. Herr General-Manager Sticht machte mich freundlichst mit einer ausführlichen Beschreibung des Mount Lyell von Gregory (The Mount Lyell mining field, Melbourne 1905) bekannt, worin u. a. die Verwandtschaft des dortigen Kiesvorkommens mit den Kieslagern von Rio-Tinto und am Rammelsberg erörtert wird. Die Abhandlung enthält ferner ein ausführliches Literaturverzeichnis. Ergänzend und berichtigend teilt mir Herr Sticht auch mit, daß der Aufschwung des Bergbaues ganz besonders H. H. Schlapp und L. C. Clark zu danken ist; Herr Sticht selbst — ein alter Clausthaler — hat, wie ich aus seinem Briefe entnehmen zu können glaube, als Hüttenmann das blühende Unternehmen auf seine jetzige Höhe gebracht.

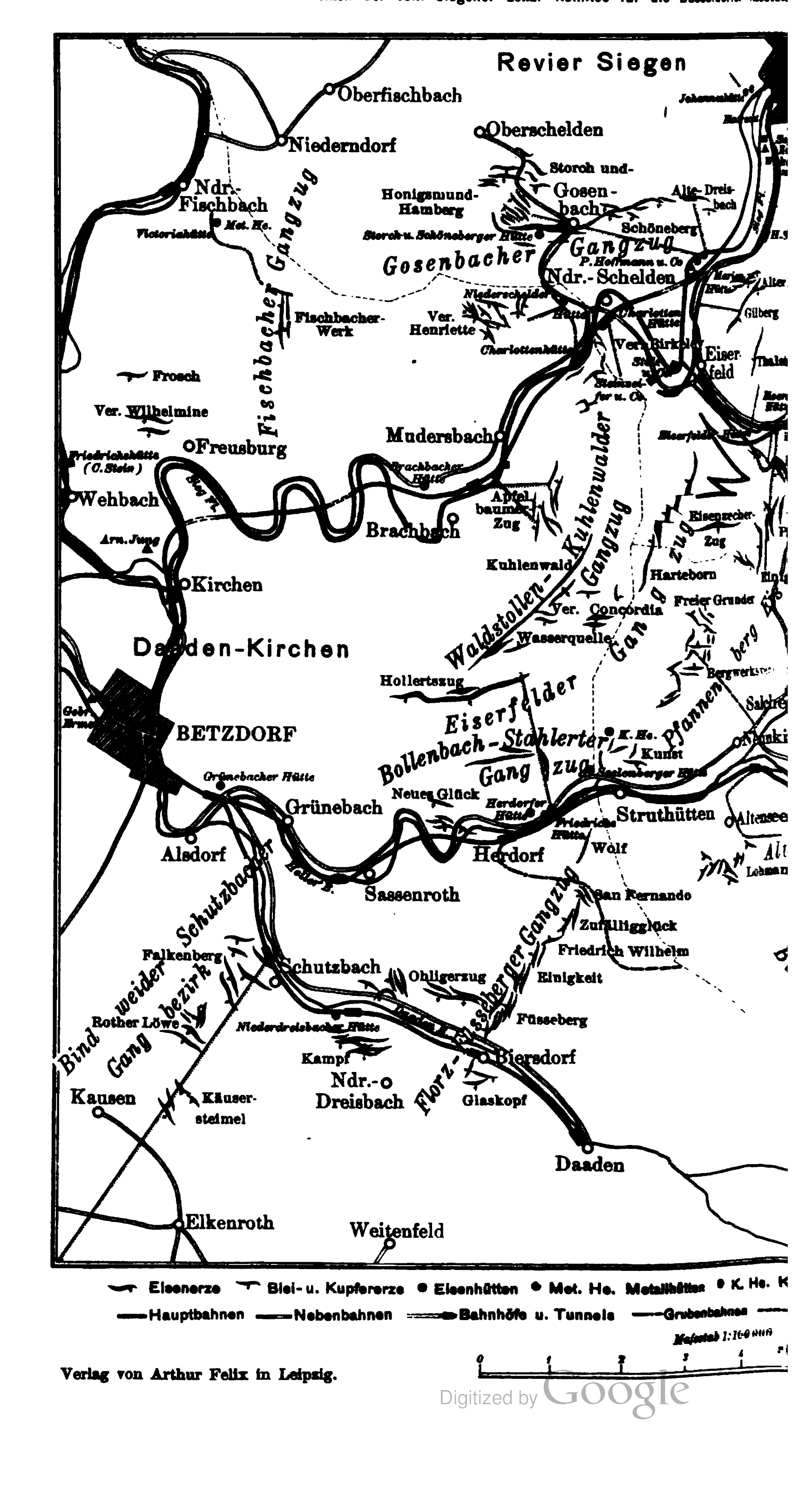
S. 72 lies Cabo de Gata statt Cabo de Gato.
„ 82 „ Pretoria statt Praetoria.
„ 83 „ Cañon Diablo statt Diablo Cañon.
„ 89 sind die Sätze über Oberschlesien zu streichen.
„ 110 lies Jacutinga statt Jacotinga.
„ 130 „ Moravicza statt Moravica.
„ 130 und 167 lies Dognácska statt Dognacska.

S. 143 lies Ödegaarden statt Ödegarden.
„ 143 „ Bamle statt Bamble.
„ 145 „ Casa Branca statt Casa Branco.
„ 214 „ Lamadeleine statt Lamadelaine.
„ 217 „ Wiese statt Wiesé.
„ 221 „ Elligser Brink statt Elligser Brinks.
„ 227 „ Wurmrevier statt Wormrevier.
„ 238 „ Cladothrix dichotoma statt Cladathrix dichotoma.
„ 315 „ Singhbhum statt Singhbum.
„ 371 „ Lydenburg statt Lydenberg.
„ 425 „ Lieversbach statt Leversbach.
„ 478 „ Dolcoath statt Dolcoak.
„ 515 „ Rheinbreitbach statt Rheinbreitenbach.
„ 519 „ 15. und 18. statt 17. und 18. Feldortstrecke.
„ 539 „ Guipúzcoa statt Guipuzcoa.
„ 550 „ Arqueros statt Arquesos.
„ 593 und 594 und 945 lies Alaska statt Alasca.
„ 601 lies Tapanhoacanga statt Tapanhuacanga.
„ 750 „ Llallagua statt Llallagna.
„ 777 „ Altenberg statt Altenburg.
„ 828 „ b) statt 2. in der Überschrift.
„ 884 „ Alcoutim statt Alcontim.
„ 1017 „ Heckholzhausen statt Herkholzhausen.
„ 1035 „ Lavanttal statt Lavantal.
„ 1119 „ Old Telegraph, Jordan statt Telegraph, Old Jordan.
„ 1224 „ Sulphur Bank statt Sulphur banks.
„ 1279 „ Sydney statt Sidney.
„ 1280 und 1287 lies Kalifornien statt Californien.

Stelzner-Bergeat,
Erzlagerstätten.

Der südliche Teil des Siegener

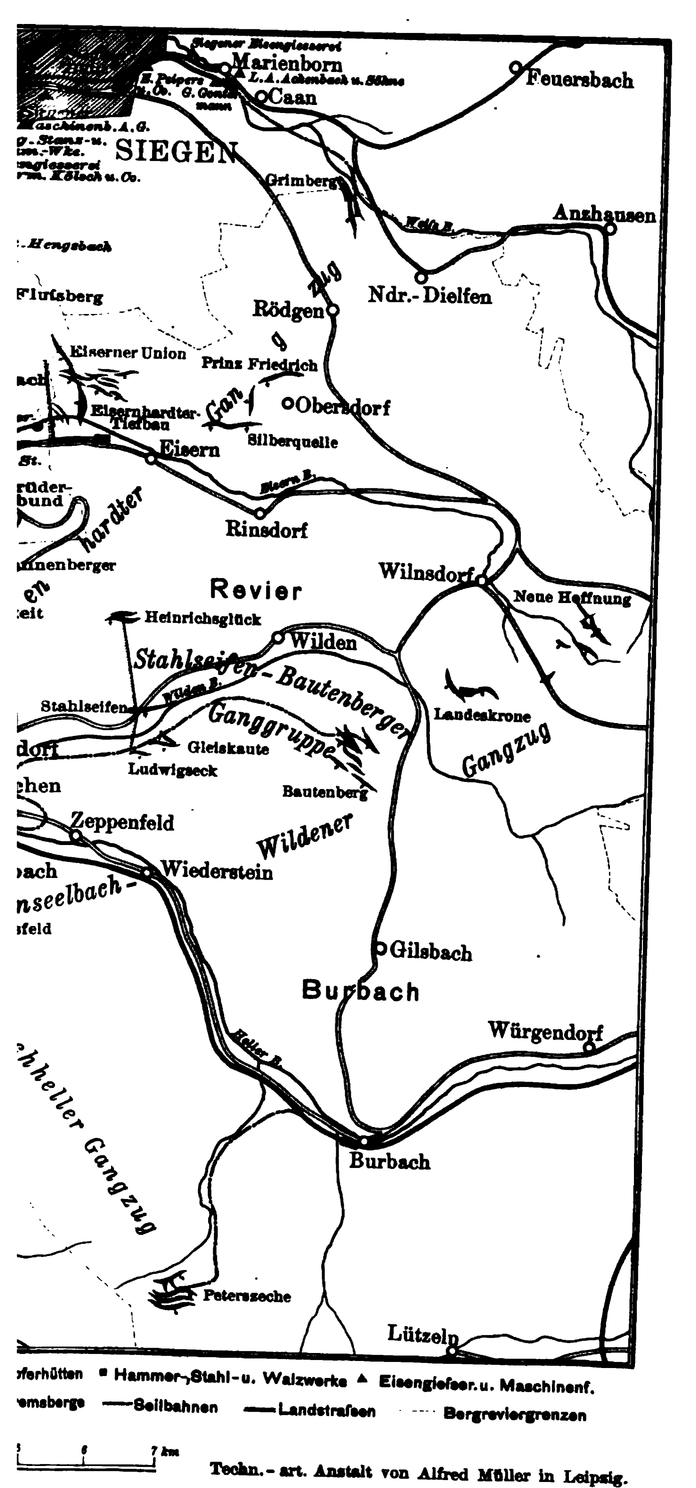
Nach der vom Siegener Lokal-Komitee für die Düsseldorfer Ausstel



Verlag von Arthur Felix in Leipzig.

Industrie-Bezirkes. Tafel III.

ung im Jahre 1902 herausgegebenen Karte.



Techn.-art. Anstalt von Alfred Müller in Leipzig.

Tafel IV.

lische Masse

Eocän

der Stollensohle

zu der I. Strecke

„ II. Strecke

„ III. Strecke

„ IV. Strecke

„ V. Strecke

„ VI. Strecke

„ VII. Strecke

Alfred Müller in Leipzig.

nfel V.

Leipzig

Ortsregister.

Aachen, Eisen 227. Schwefeleisen 356. Thermen 1221. Verwerfungen 488, 500, 505, 518.
Aalen, Eisen 210.
Aamdal, Kupfer 486, 954.
Aarmassiv, Titangänge 961, 1238.
Abbadia San Salvatore, Quecksilber 904.
Abertham, Silber Kobalt 744. Zinn 930.
Abrudbánya, Gold 633.
Acque albule, Schwefel 468.
Adamstadt, Blei 789.
Adelsberg, Höhlen 1009.
Adenstedt, Eisen 1296.
Adirondacks, Titaneisen 31. Eisen 150, *152*.
Admont, Eisen 188, 192.
Adorf, Eisen 174.
Ädelfors, Gold 617.
Ägypten, Phosphorit 453. Gold 606.
Ätna, Sublimationen 439.
Aflenz, Eisen 192.
Agordo, Kieslager *281*, 292, 301, 321, 322, 326, 328.
Agua amarga, Silber 550.
Aguas Tenidas, Kieslager 347, *349*.
Agulhasbank, Glaukonit 225.
Ahrntal, Kieslager *280*, 322.
Aïkawa, Silber, Gold 717.
Akhtala, Kupfer 441, 442.
Akita, Silber 716.
Ak Sivri, Smirgel 169.
Alabama, Eisen *186*, *205*. Kieslager 311. Phosphorit 445, 449, 1032. Gold 595, 596, *599*, 600. Bauxit 1243.
Alaghir, Blei 806.
Alaska, Gold 3, 593, *594*, 644. Kupfer 822. Zinn 945.
Alatyr, Sandsteingang 523.
Albacete, Schwefel *465*, 466.
Albano, Schwefel 467.
Albert Silver Mine, Kupfer, Silber 828.
Albshausen, Eisen 175.
Albungen, Kupferschiefer 406.
Alcamo, Schwefel 458.
Alcoutim, Antimon 884.
Alderley Edge, Kupfer 433.
Alemtejo, Eisen 145. Antimon, Gold 630.
Alexandrette, Chromit 39.
Alfter, Alaunton 356.
Algarve, Antimon, Gold 630.
Algezami, Blei 539.
Algier, Eisen 147. Phosphorit 454. Galmei 1090. Antimon 1129.
Algodon-Bai, Kupfer 824.
Algoma, Nickel 56.
Algringen, Eisen 214.
Ali, Blei 794.
Alicante, Schwefel 466.
Alice-Grube (Butte) 701.
Aliseda, Phosphorit 1025.
Aliva, Zink 1094.
Allahverdi, Kupfer 442.
Allchar, Realgar, Antimonit 551, 552, *885*.
Alleghany-Gebirge, Eisen 186. Kieslager 311. Gold 514, *595*.
Allemont, Silber 725.
Allendale, Blei 1098.
Allendorf, Kupferschiefer 406.
Allenheads, Eisen 1049.
Almaden, Quecksilber 906.
Almagrera, Blei 541.
Almagro, Blei 805.
Almendro, Mangan 252.
Almería, Schwefel 466. Blei 729.
Alnö, Titaneisen 27, 32.
Alosno, Mangan 252. Kieslager 353.
Alpe della Valle, Nickel 47.
Alston Moor, Eisen 1049. Blei 1098.
Altai, Blei, Silber 812. Kupfer 821. Gold 1277.
Altavilla Irpina, Schwefel 461.
Alte Birke, Eisen 564.
Alte Hoffnung Gottes, Gänge 480, 493, 497, 504, 507, 522, 537, 763.
Altenau, Eisen 104, 168, 173, *178*. Blei 763.
Altenbeken, Eisen 207.
Altenberg (Aachen), Zink 551, *1057*.
Altenberg (Österr.), Eisen 192.
Altenberg (Sachs.), Zinn 4, 473, 485, 498, 509, 522, *925*. Grubenwasser 557.
Altenberg (Schlesien), Blei, Arsen 778.
Altenhaßlau, Kupferschiefer 406.
Altenkirchen, Eisen, Blei 564, 774, *846*.
Altenleiningen, Kupfer 391.
Altenmittlau, Kupferschiefer 406.
Altglück, Blei 515.
Alt-Radna, Blei 1088.
Altsattel, Eisenkies 356.
Altvater, Eisen 180.
Alvani, Nickel 47.
Amador County, Gold 591.
Amalienhöhe, Mangan 1017.
Amalonas, Kupfer 825.
Amanda, Eisen 175.
Amazonenstrom, Mangan 263.
Amberg, Eisen 433, 554, *1043*.
Ambon, Chromit 39.
Amgun-Fluß, Gold 1278.
Amlwch, Kieslager 316.
Åmmeberg, Zink 361, *362*.
Ampsin, Galmei 1063.
Anaconda, Rhodonit 529. Kupfer 853.
Ancachs, Silber 715.

Ancona, Schwefel 461.
Andara, Zink 1094.
Andreasberg, Schachttiefe 478. Silber 494, 495, 529, 538, 558, *718*. Eisen *572*.
Andreewsky-Grube, Gold 626.
Anglesea, Kieslager *315*, 322.
Angora, Chromit 39.
St. Anna, Quecksilber 899.
Annaberg, Silber, Kobalt 491, 498, *740*. Zinn 930.
Anna Eleonore 519.
Annarode 394.
Annerod, Alaunton 356.
Annivierstal, Fahlbänder 269.
Antiochia, Chromit 39.
Antonienhütte, Eisen 229.
Antoniusschacht, Eisen 208.
Antrim, ged. Eisen 67.
Apacheta, Zinn 750.
Apfel, Blei, Zink 484.
Apiranthos, Smirgel 169.
Appalachen, Eisen 186. Gold *595*, 1256.
Apt, Schwefel 464.
Aracaca, Gold 1256.
Aragona, Schwefel 458.
Aragonien, Schwefel 466.
Aranyidka, Antimon, Silber 629, *699*.
Aranyos-Fluß, Gold 637.
Arbiola, Schwefel 462.
Archer County, Kupfer 417.
Ardèche, Eisen 217. Phosphorit 453.
Ardennen, Phosphorit 453.
Arenberg, Zink 774.
Arendal, Nickel 49. Eisen 112, 120, 122, *143*, 164, 166, 168.
Areskuttan, Kobalt 272.
Argentella, Blei 794.
Argentiera, Blei 797.
Arghana, Kupfer 842.
Ariège, Mangan 256. Phosphorit 448.
Arizona, Gold 476, 644. Kupfer 1181.
Arkansas, Phosphorit 447, 449. Blei, Zink 1105. Nickel 864, 866. Bauxit 1244.
Arksutfjord, Kryolith 71.
Armidale, Antimon, Gold 630, 886.
Arnsbach 558.
Arnsberg, Antimon 879.
Arqueros, Silber 550, *732*.
Arrino, Kupfer 826.
Arschitza, Mangan 111, *248*.
Artemiewka, Eisen 1020.
Artois, Phosphorit 1026.
Aruba, Phosphorit 1033.
Arzbach, Kupferhütte 281.
Åsboberg, Eisen 124.
Åsby, Eisen 27.
Aschio, Kupfer 821.
Askersund, Kobalt 271.
Askhabad, Schwefel 467.
Aspen, Blei, Silber 1116.
Assam, Eisen 232.
Asuk, ged. Eisen 68.
Atacama, Kupfer 4, *956*. Eisensalze 546. Silber 553.
Athabasca, Gold 593.
Atlantischer Ozean, Manganknollen 262.
Atvidaberg, Kieslager 296, 320, *977*.
Auburn, Gold 592.
Aude, Phosphorit 448.
Augsdorf, Kupferschiefer 398.
St. Augustin, Kupfer 842.
Augustusburg, Flußspat 487.
Aullagas, Silber 716.
Aumetz, Eisen 214. Bohnerze 1250.
Auronzo, Blei, Zink 1086.
Ausen, Kupfer 427.
St. Austell, Zinn, Kupfer 509, *943*.
Austin, Silber 702.
Australien, Kupfer 355. Gold 514, *606*, 630, 632. Wismut 632.
Auxois, Phosphorit 444, *450*.
Avala, Quecksilber 485, *906*.
Avallon, Blei 436.
Aveyron, Eisen 217.
Avicaya, Zinn 750.
St. Avold, Kupfer, Blei 426. *427*, 438.
Awarua-Bucht, Nickeleisen 65.
Ayer, Fahlbänder 269.
Ayrshire, Eisen 231.
Azuaga, Blei 805.

Baboja, Quecksilber 901.
Bachmut, Kupfer 389.
Badajoz, Eisen 146.
Badra, Kupferschiefer 402.
Bag Bay, Gold 594.
Bahia, Mangan 1246.
Bailly-aux-Forges, Eisen 221.
Bakal, Eisen 187.
Balán, Kieslager 288, *289*, 322.
Balia-Maden, Blei 1180.
Ballarat, Gold 607, *608*, 1278.
Ballenstedt, Kupferschiefer 393.
Ballygahan-Grube, Kieslager 291, 292.
Ballymurtagh-Grube, Kieslager 292.
Balme, Kobalt, Nickel 873.
Balmoral, Nickel 865.
Bamberg, Phosphorit 450.
Bamle, Nickel 46, 49, 51. Apatit 143, *962*.
Banat, Eisen, Sulfide, Gold 130, 167, 362, *1141*.
Bangka, Zinn 947, 1290, *1291*.
Banner Hill, Gold 592.
St. Barbara (Chihuahua), Silber 712.
Barbaraberg (Wallerfangen), Kupfer *427*, 429.
Barbaraberg (Oberpfalz), Blei 431.
Barbecke, Eisen 1297.
Barberton, Gold 604.
Barbo, Eisen 144.
Barima, Gold 1256.
Barkly, Diamant 74, 80.
Barmouth, Mangan 256. Gold 617.
Barton Hill, Eisen 26, 152, *153*.
Bárza, Gold 673, *674*.
Baschka, Eisenhütte 197.
Bassège, Gold 1268.
Basses-Alpes, Schwefel 464.
Basses-Pyrénées, Phosphorit 448.
Bassick Mine, Gold, Silber 683. Schwefel 552.
Batjang, Chromit 39.
Battenberg, Mangan 250.
Batum, Mangan 257.
Bau auf Gott, Eisen 177.
Baumgarten, Nickel 580.
Baux, Bauxit 1244.
Baveno, Nickel 47.
Bear-Fluß, Gold 1281.
Beckingen, Kupfer 427.
Bedfordshire, Phosphorit 452.
Beiern, Nickel 45, 49, 51.
Beihilfe, Blei 762.
Beira, Gold, Antimon 630. Wolframit 936.
Belgien, Raseneisenerz 235. Phosphorit 445.
Bellagarda, Quecksilberfahlerz 889.
Bellnhausen, Nickel 870.
Bello Horizonte, Gold 602.
Belmez, Phosphorit 1029.

Belmonte, Grube, Kieslager 341.
Belvaux, Eisen 214.
Benahavis, Nickel 63.
Bendigo, Saddle reefs 323, 366. Gold 515, 607, *609*. 1279.
San Benedetto, Galmei 1097.
Bengalen, Kieslager 315.
Ben Lomond, Zinn 952.
Bennerscheid, Blei, Zink 777
Bennington County, Eisen 186.
Bennisch, Eisen 180, *181*.
Bensberg. Blei, Zink 537, *775*.
Benton, Nickel 866.
Beresowsk, Gold 510, 552, 554, *618*, 630, *1276*.
Berg, Kupfer 423.
Bergamasker Alpen, Zink 1086. Eisen 193.
Bergamo, Eisen 193.
Bergen, Nickel 49.
Bergfreiheit, Eisen 1136.
Berggießhübel, Eisen 1139.
Bergisch-Gladbach, Galmei 1064.
Bergmännisch Glückauf, Eisen 177.
Bergmannstrost (Clausthal), 765.
Bergmannstrost (Salzgitter), Eisen 221.
Bergwerkswohlfahrt, Blei 537, 765, 767—770.
Bergzabern, Eisen 574.
Beringer Wald, Blei 427, 429.
Berlanga, Blei 805.
San Bernabé, Silber 710.
Bernbach, Kupferschiefer 406.
St. Bernhard, Blei 779.
Bernkastel, Blei 774.
Berri, Bohnerze 1249.
Bersbo, Kieslager 296, 320, 327, 368, *977*.
Berseba, Diamant 82.
Berwyn, Phosphorit 447.
Berzelius, Zink, Blei 776.
Bescheid, Blei 425.
Beschert Glück, Blei, Silber 477, 480. 488, 759.
Besschi, Kupfer 822.
Beta-Grube, Gold 622.
Betlér, Antimon 630.
Beuthen, Eisen 229. Zink, Blei 538, *1067*.
Bex, Schwefel 456.
Bieber, Kupferschiefer 406, 407. Eisen 407, 1040. Kobalt 869.
Biebertal, Eisen, Mangan 1017.
Bieberwier, Zink 1086.
Biedenkopf, Mangan 250.
Biella, Nickeleisen 65.
Biggenden, Zinn, Wismut 950.
Bihar-Gebirge 633.
Bilbao, Eisen 183, *1049*.
Billiton, Zinn 947, 1290, *1291*.
Bilstein, Kupfer 344, 411.
Bindt, Turmalin 529. Eisen 848. Eisen, Kupfer 569, 572.
Bingerbrück, Mangan 1017.
Bingham, Blei, Kupfer 808, 1118.
Birkenberg, Blei, Silber 785.
Birmingham (Alabama), Eisen 205.
Bisbee, Kupfer 1181.
Biskra, Phosphorit 454.
Bismarckstollen, Kieslager 299.
Bissersk, Platin 1248.
Bizerta, Phosphorit 454.
Blaafjeld, Titaneisen 29.
Black Butte, Quecksilber 914.
Black Hawk, Silber 686.
Black Hills, Zinn *23*, 944. Gold 387, *644*, *1267*. Wolframit 919.
Blagodat, Eisen 32, 141, 1171, *1174*. Platin 1284.
Blankenburg (Thüringen), Kupferschiefer 403. Eisen 1040.
Blaue Kuppe (Eschwege), Basalt 511.
Blaue Pinge, Eisenerz 178.
Bleiberg (Aachen), Blei 1058, 1061.
Bleiberg (St. Avold), Blei 427, 429.
Bleiberg (Kärnten), Asbest 529. Molybdän 553. Blei 1073.
Bleiberg (Mechernich), Blei 422.
Bleibuir, Blei 425.
Bleymard, Blei 799.
Blezard Mine, Nickel 59.
Blue Bird, Gold 642.
Blue Ridge, Eisen 186.
Blue Tier, Zinn 950.
Boccheggiano, Thermen 1228. Kupfer 488, 538, 547, *819*.
Bockenrod, Mangan 1043.
Bockhard, Gold 650.
Bocksburg, Kohle 371.
Bockswiese, Blei 487, 488, 499, 767, 768.
Bócsa, Antimon 630.
Bodenmais, Kieslager 320, 327, 368, 512, 527, *967*.
Bodenstedt, Eisen 1297.
Bodenstein, Eisen 208.
Bodenwöhr, Eisen 206.
Bodetal, Eisen 180.
Bodö, Kieslager 307.
Böhmen, Eisen *200*, *202*, 224, *231*, *233*. Kupfer *389*, 391. Gold *614*. Blei 753.
Böhmisch Brod, Kupfer 391.
Böhmisch Wiesental, Silber, Kobalt 744.
Bömmelö, Kieslager 297. Gold 617, *631*.
Bogoslowsk, Mangan 263. Kupfer 1176.
Bohnkogel, Eisen 192.
Boicza, Gold 633, *671*, 1005.
Boilston Mine, Gold 596.
Boise, Gold, Silber 686.
Boj, Gold 668.
Boleo, Kupfer 385, *439*, *441*.
Bolivia, Kupfer 418. Zinn, Silber 4, 716, *747*, *751*. Wismut *876*, 877. Gold 877. Antimon 886.
Bolkenhayn, Kieslager 290.
Bollingen, Eisen 214.
Bona, Eisen 147.
Bonaire, Phosphorit 1033.
Bonbaden, Eisen 175.
Bonda del Chierico, Nickel 47.
Bordj-Bu-Arreridj, Phosphorit 455.
Bordj Redir, Phosphorit 455.
Bormettes, Zink 798.
Borneo, Platin 65, 1288. Antimon 887.
Bornholm, Schwefeleisen 358. Phosphorit 446.
Borpatak, Gold 661.
Borsa, Eisen 113. Gold 665.
Boßmo, Kieslager 297, *309*, 322.
Botallack, Zinn 940.
Botes, Gold 671.
Bottino, Blei 794.
Botzari, Blei, Eisen 1102.
Bouches-du-Rhône, Schwefel 465.
Bougie, Kupfer 853.
Boulder City, Gold 638.
Boulder County, Gold 644.
Boulder Hot Springs, Thermen 1225.
Boulogne, Phosphorit 453.

Bourbonne-les Bains, Thermen 559.
Bowenfels, Gold 70.
Boyertown, Eisen 171.
Brád, Gold 633.
Bräunigweiler, Kupfer 391.
Bräunsdorf, Silber 483, 499, 623, *698*, 755, 756.
Brakpan, Kohle 371.
Brand 477, 757.
Brandenburg, Raseneisenerz 236.
Brandholz, Gold 628.
Brasilien, Gold 70, 110, 600. Diamant 82. Eisen 110. Mangan 254. Platin 1288.
Braubach, Blei 773.
Brażná, Gold, Antimon 629.
Breague 491.
Bredelar, Eisen 174.
Breiniger Berg, Blei 488, 1062.
Breitenbrunn, Zink, Arseneisen 1138.
Brescia, Eisen 193.
Bresnay, Antimon 882.
Bretagne, Eisen 185.
Breto, Kobalt 865.
Brezik, Eisen 194.
Briansk, Phosphorit 453.
Briaza, Chromit 36.
Bricco della Forcola, Mangan 247.
Briey, Eisen 214.
Brigigg-Gruben, Eisen 1049.
Brilon, Eisen 174. Galmei 538, *1064*. Phosphorit 1025.
Brindletown, Gold 1256.
Brindy, Nickel 583.
Britisch Columbia, Platin 65, 1287. Gold 593, *623*.
Brixlegg, Kupfer 851.
Broken Hill, Blei, Zink, Silber 361, *364*, 549, 562, *728*.
Brosso, Eisen 1150.
Brück, Antimon 880.
Brunswick Mine, Antimon 885.
Bruscoline, Blei, Zink 819.
Brussa, Chromit 39.
Brusson, Gold 652.
Bruyère, Galmei 1058.
Bruzolo, Kobalt, Nickel 873.
Buchholz, Silber 740. Zinn 930.
Buchsweiler, Alaunton 356.
Bucsum, Gold 670.
Budfalu, Gold 664.
Budweis, Gold 1268.
Büchenberg, Eisen 173, *178*.
Bückeburg, Eisen 196.
Büdingen, Basalt 511.
Buena Esperanza, Silber 735.
Bürgstein, Kupfer 834.
Büzistock, Tektonik 99.
Bukowina, Chromit 36. Eisen 111, *113*, *196*. Mangan 248. Kieslager 288, *289*.
Bulach, Kupfer 830.
Bulandika, Eisen 187.
Bull-Domingo-Grube, Gold, Silber 684.
Bully Hill, Kupfer 823.
Bultfontein, Diamant 76, 80.
Bunninyong, Gold 1279.
Buntenbock, Eisen 178.
Bunte Wormke, Eisen 180.
Buonpensiero-Nadur, Glaubersalz 459.
Burgbrohl, Eisensäuerling 358.
Burgörner, Kupferschiefer 398.
Burgstädter Zug 519.
Burma, Zinn 1290.
Burra-Burra-Grube (Australien), Kupfer 548, *826*.
Burra-Burra-Grube (Tennessee), Kieslager 314.
Burraga, Kupfer 826.
Busbacher Berg 558.
Bu-Thaleb, Willemit 1091.
Butte, Kupfer 415, 539, 544, 548, *853*, 997. Gold 1282. Silber *700*.

Cabarrus County, Gold 599.
Cabezas Rubias, Mangan 252.
Cabezo de las Herrerias, Silber 729.
Cabo de Gata, Apatit 72. Blei 753, *803*.
Čačak, Chromit 37.
Cacaria, Zinn 946.
Cáceres, Apatit 936.
Cachapoal, Thermen 1223.
Cachinal, Silber 735.
Cadiz, Schwefel 466.
Caëthé, Gold 602.
Caitas, Galmei 1097.
Cajamarca, Silber 716.
Cala, Kieslager 351. Eisen 1149.
Calamita, Eisen 362, 1160, 1161, *1162*.
Calañas, Mangan 252.
Calatafimi, Schwefel 458.
Calaveras, Gold 591.
Calcasieu-River, Schwefel 467.
Calendozio, Eisen 1161.
Callao, Gold *604*, 1256.
Calloway-Grube, Kieslager 314.
Caltagirone, Schwefel 458.
Caltanissetta, Schwefel 458, 460, 461. Cölestin 459.
Calumet-Grube, Kupfer 863.
Calumet and Arizona, Kupfer 1182.
Calvados, Eisen 185.
Calvo, Silber 712.
Camborne, Zinn 940.
Cambrai, Phosphorit 1026.
Cambridgeshire, Phosphorit 452.
Campanha, Gold 1253.
Campiglia Marittima, Kontaktlagerstätten 362, 558, *1155*. Zinn 1130.
Campo frio, Mangan 252.
Campos, Schwefel 465.
Cananea, Kupfer *824*, 953.
Canigou, Eisen 1047.
Cannstatt, Quelle 1221.
Canton, Gold 596.
Capanne Vecchie, Kupfer 476, *819*.
Cap de Fer, Eisen 147.
Cap Garonne, Blei, Kupfer 1259.
Capillitas, Kupfer 999.
Cap Nome, Gold 1283.
Capo Becco, Mangan 260.
Caporciano, Kupfer 835.
Capo Rosso, Mangan 260.
Cap Vani, Mangan 260.
Caracoles, Silber 3, 539, 550, *734*.
Caradon, Kupfer 943.
Carahuágua, Blei, Silber 539.
Carclaze, Zinn 509.
Cardiganshire, Blei 802.
Cariboo, Gold 593.
Carlsruh, Eisen 233.
Carn Brea, Zinn 940.
Carolina, Eisen 186. Zinn 944. Phosphorit 1031.
Carolina (Clausthal) 518.
Carrabus County, Gold 1257.
Carrapato, Gold 602.
Carratraca, Nickel 62.
Carrizal, Mangan 261. Kupfer 956.
Carrizallilo, Kupfer 956.
Carroll County, Eisen 186.
Carsevene-Fluß, Gold 1256.
Cartagena, Blei, Zink 1091.
Casa Branca, Eisen 145. Antimon 884.
Casa Testi, Arsen 887.
Cascade-River, Nickeleisen 65.



Castanheiro, Kobalt 865.
Castelberg, Kupfer 427, 429.
Casteltermini, Schwefel 458, 459.
Castlemaine, Gold 1279.
Castle Mountain, Blei 1112.
Castrogiovanni, Schwefel 458.
Castuera, Blei 805.
Santa Catalina, Kupfer 1259.
Catorce, Silber 712.
Caunette, Blei 800.
Cayenne, Gold 1255.
Ceclavin, Apatit 936.
Cedral, Silber 711.
Celebes, Gold 613.
Čemernica, Antimon 881.
Cento Camerelle, Zinn 1131.
Central City, Gold, Silber 685.
Centuripe, Schwefel 458.
Cerillos-Range, Blei 558.
Cerro, Mangan 252.
Cerro Colorado, Gold 688.
Cerro del Guanaco, Gold 688.
Cerro de Mercado, Eisen 1186.
Cerro de Pasco, Silber 713.
Cerro de Potosi, Silber, Zinn 489, *748*.
Cesena, Schwefel 461.
Cetine di Cotorniano, Antimon 883.
Cevia, Nickel 47.
Čevljanović, Mangan 252.
Chacarilla, Kupfer 418, *421*.
Chalanches, Silber 725.
Challa, Zinn 750.
Challacollo, Blei 550, *735*.
Chamoson, Eisen 217.
Champ de Praz, Kieslager 285.
Chanac, Antimon 882.
Chañaral, Kupfer 956.
Chañarcillo, Silber 512, *732*.
Chanda, Eisen 150.
Changes, Eisen 210.
Charlotte (Carolina), Gold 596.
Charlotte-Grube (Norwegen), Kieslager 309.
Charters Towers, Gold 607, 610.
Chateaugay, Eisen 153.
Cher, Phosphorit 451.
Cheshire-Ebene, Kupfer 433.
Chessy, Kieslager *292*, 322, 325, *437*, 438.
Chez Large, Eisen 114.
Chialamberto, Kieslager 285.
Chi-Grube, Gold 622.
Chihuahua, Blei, Silber 1127. Kupfer 1186.
Chile, Kupfer 4, 355, *955*. Gold 70. Mangan 261. Schwefel 456. Silber 730.
Chillagoe, Kupfer 1187.
Chimbero, Silber 734.
China, Quecksilber 917. Zinn 947.
Chisos Mountains, Quecksilber 915.
Chitry, Blei 437.
Chocaya, Silber 751.
Choco-Distrikt, Platin 1288.
Chorolque, Wismut 551, 751, *877*.
Chrast, Kupfer 391.
Christbescherung 497, 763.
Christgrün, Eisen 573.
Christiania, Nickel 49. Gold und Silber im Meerwasser 360. Eisen 1165.
Christmas Island, Phosphorit 1034.
St. Christoph, Zink, Arseneisen, Eisen 1138.
Chrustenitz, Eisen 204.
Chrzanow, Galmei 1073.
Churprinz, Blei 499. Gasexhalationen 565.
Cianciana, Schwefel 459.
Cieux, Zinn 934, 1289.
Ciminna, Schwefel 458.
Cinque valli, Blei 791.
Ciply, Phosphorit 1027.
Cisco, Gold 70.
City and Suburban Mine 379.
Ciudad Real, Mangan 260.
Clarence-Fluß, Gold 1279.
Clausthal, Deklination 92. Eisen 178. Gangfüllung 325. Schachttiefen 478. Blei 487, 497, 499, 519, 554, *763*. Gangverhältnisse 523, 534, 537, *763*.
Clear Creek, Silber 686, *703*.
Clear Lake, Quecksilber 911.
Clemenslust, Kupfer 817.
San Clemente, Silber 710.
Cleveland, Eisen *218*, 219.
Clifton, Kupfer 1183.
Cligga Point, Zinn 489, *942*.
Clinton, Eisen 150, *205*.
Clogau, Gold 617.
Clydebecken, Eisen 231.
Cobar Mine, Kupfer, Wismut 826, 876.
Cochise County, Gold, Wolfram 945.
Coeur d'Alêne, Blei 806.
Col del Beth, Kieslager 284.
Coleraine, Chromit 40.
Collegii-Grube, Mangan 243.
Col Nègre, Blei, Kupfer 1259.
Colorado, Eisen 232. Blei, Gold, Silber 632, *641*, 644, 679, *703*, 1112.
Colquechaca, Silber 716.
Colquijirca, Silber 473, *715*.
Colquiri, Silber, Zinn 750.
Columbia County, Eisen 186.
Columbia (Rep.), Quecksilber 917. Platin 1288.
Colville-Halbinsel, Gold 690.
Comet-Grube, Rotbleierz 554.
Comillas, Zink 1093.
Comitini, Schwefel 459, 461.
Commern, Blei *422*, 438, 554.
Commerner Bleiberg 422, 424.
Como, Eisen 193.
Comstock Lode, Gold, Silber 473, 478, 488, 543, *675*. Metallgehalt des Propylits 1197.
Concordiazeche, Eisen 212.
Condoriaco, Silber 731.
Confessionario, Kieslager 351.
Conil, Schwefel 466.
Connecticut, Eisen 150.
Connoree-Grube, Kieslager 291.
Conradsdorf, Blei 761.
Constantine, Phosphorit 454, *455*.
Constanze, Eisen 176. Kupfer 817.
Coolgardie, Gold 607, *638*.
Copaquire, Kupfervitriol 546.
Copiapo, Kupfer 956.
Copper Cliff Mine, Nickel, Kupfer 57, 58, 59.
Copper Mountain, Kupfer 953.
Copper Queen, Kupfer 1182.
Coquimbo, Mangan 261. Kupfer 548.
Corbigny, Blei 437.
Corfali, Galmei 1063.
Corio Canavese, Mangan 247.
Cornacchino, Quecksilber 903.
Cornwall (England), Zinn, Kupfer, Blei *937*, 952. Zinnseifen 944, 1289.
Cornwall (Penns.), Eisen 170.
Corocoro, Kupfer *418*, 420.
Coromandel, Gold 691.
Cortevecchia, Quecksilber 903.
Côte d'or, Phosphorit *450*, 451.
Couloir Collaud, Eisen 114.
Cranberry, Eisen 152.

Creede, Silber 704.
Creighton Mine, Nickel, Kupfer 59. Gold 599.
Crestatal, Antimon 884.
Creusot, Steinkohle 98. Eisenhütte 210.
Creuzburgerhütte, Eisen 233.
Cripple Creek, Gold 632, *641*, 644.
St. Croix Copper Range 859.
Cronebane-Grube, Kieslager 291.
Croton Mine, Eisen 152.
Crown Point, Eisen 153.
Crown Reef Mine, Gold 379.
Crystal Falls, Eisen 155.
Csetatye, Gold 668.
Csetrás-Gebirge, Gold 633.
Csiclova, Kupfer 1143, 1144.
Csucsom, Antimon 630.
Cuba, Mangan 261, 1187. Eisen 1186.
Cuesmes, Phosphorit 1027.
Cuevas (Almeria), Silber 559.
Cuiaba, Gold 602.
Culchote-Grube, Kieslager 314.
Cumana 498.
Cumberland, Eisen 1048. Blei 1098.
Curaçao, Phosphorit 1033.
Cusel, Quecksilber 895.
Cuyuni, Gold 1256.
Cypern, Mangan 260.
Cyphergoat, Kohle 371.
Czarkow, Schwefel 464.
Czebeer Tal, Gold 674.
Czenstochau, Eisen 195.

Daaden-Kirchen, Eisen 543
Dabensko, Eisen 229.
Daggafontein, Kohle 371.
Daghardy, Chromit 39.
Daghestan, Schwefel 466.
Dahlbum, Kieslager 315.
Dahle, Phosphorit 454.
Dahlonega, Gold 596, *597*, 599.
Dakota, Zinn 23. Gold 387.
Dalane, Kupfer 954.
Dalarne, Seeerz 237.
Dalkarlsberg, Eisen 120, *124*, *125*, 166, 168.
Dalry, Eisen 231.
Daly West-Grube, Blei 1118.
Damaraland, Gold 70.
Damly, Schwefel 467.
Dammsgrufva, Eisenerz 134.
Danieletz, Galmei 1070.
Danilov-Vrh, Quecksilber 906.
Dannemora, Eisen 111, 119, 120, 122, *133*, 166, 168.
Dardesa, Eisen, Mangan 1103, 1104.
Dartmoor, Eisen 104.
Daschkessan, Kobalt 1179.
Daskalio, Eisen, Blei 1102.
Dauphiné, Titangänge 961.
Dausenau, Blei 774.
Dawson City, Gold 1282.
Daxelried, Kieslager 971.
Deadwood, Zinn 24.
Deadwood Gulch, Gold 387.
De Beers Mine, Diamant *76*, 80.
Debrin, Eisen 192.
Deep Creek, Gold 627. Kupfer 1185.
Deggendorf, Gold 1257.
Degilbo, Wismut 875.
Dehrn, Mangan 1017. Phosphorit 1022.
De Kaap, Gold 477, *604*, 1257.
Delamar (Nevada), Gold 646.
Delémont, Bohnerze 1249.
Delligsen, Eisen 221.
Delsberg, Bohnerze 1249.
Denbighshire, Blei 1099.
Derbyshire, Eisen 231. Flußspat 533, *1099*. Explosionen 566. Blei 1098.
Dernbach, Silber 774.
Deutsch-Bogschan, Eisen 1142.
Deutsch-Feistritz, Blei, Zink 486, *789*.
Deutsch-Lothringen, Bohnerze 1250.
Deutsch-Ostafrika, Gold 606.
Deutsch-Oth, Eisen 214. Bohnerze 1250.
Deutsch-Südwestafrika, Diamant 82. Gold 632. Kupfer 827.
Devonshire, Zinn, Kupfer, Blei 937.
Dhalbhum, Kieslager 315.
Dialu Ambrului, Gold 636, 637.
Dialu Puinitor, Gold 636, 637.
Dialu Wunet, Gold 636.
Dienten, Eisen 192.
Diepenbrok, Blei 522, *778*.
Diepenlinchen, Galmei 1061.
Diez, Phosphorit 1022.
Dillenburg, Eisen 173, *176*. Kupfer 817. Nickel *870*, 1195.
Dipseliza, Eisen, Blei 1102.
Disko, ged. Eisen 67.
Djebba, Galmei 1091.
Djebel Aurès, Phosphorit 454.
Djebel Hamimat, Antimon 1129.
Djebel Mzeita, Phosph. 455.
Djebel Reças, Blei 1091.
Djebel Taya, Antimon 1130.
Dniester, Phosphorit 447.
Dobschau, Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt 848, *872*.
Dörnten, Eisen 208, *220*.
Dognácska, Eisen 130, 167, 1142, *1145*.
Dolcoath-Grube 478, *940*.
Dolgelly, Gold 617.
Dombrova, Galmei 1070.
San Domingos, Kieslager 347, *349*, *352*, *353*, 355.
St. Domokos, Kieslager 288, *289*.
Donau, Gold 1275.
Donetzbecken, Eisen 232.
Donnersalpe, Eisen 192.
Donnersberg, Kupfer 391, 829.
Donnybrook, Gold 640.
Donsbach, Eisen 176.
Dorothea (Clausthal), 518.
Dortmund, Eisen 229.
Douglas Copper Range 859.
Dowlais, Eisen 230.
Doyls Rush, Diamant 78.
Drakensberge, Gold 1257.
Draževic, Mangan 253.
Drente, Raseneisenerz 235, *236*.
Driekop, Diamant 82.
Drôme, Phosphorit 453.
Drožkovac, Eisen 194.
Dubostica, Chromit *36*, 195.
Ducktown, Kieslager *311*, 320, 322, 324, 549, 559.
Duisburg, Raseneisenerz 236.
Duivels Kantoor, Gold 1257.
Duluth, Eisen 155, *158*.
Dumbrava, Quecksilber 901.
Dundas, Blei, Silber 317, *811*.
Dunderland, Eisen 119, *141*, 165.
Dundret, Apatit 141.
Dunnellon, Phosphorit 1029.
Durham, Eisen 231, *1049*. Blei 1098.
Dutchess County, Eisen 150, *186*.
Dutoitspan, Diamant 76, 80.
Dwina, Eisengehalt 198.
Dzwiniacz, Schwefel 464.

Eagle County, Blei 1117.
Eagles Nest, Diabas 375.
East Pool, Zinn 942.

East Tennessee Mine, Kieslager 314.
East Wheal Lovell, Zinn 942.
Echte, Eisen 208.
Eckardthütte, Kupfer 597.
Eckersund, Titaneisen 29.
Eder, Gold 1275.
Edle Krone, Silber 697.
Edremid, Kupfer, Eisen 1180.
Eduardschacht, Kupferschiefer 398, *399*, 400.
Eggegebirge, Eisen 207.
Ehrenfriedersdorf, Zinn 473, 475, 489, 521, *929*.
Ehrenthal, Blei 773.
Eibelkogel, Eisen 192.
Eibenstock, Eisen 542, *573*, 1005. Granit *736*, 815. Zinn *930*.
Eickert, Kieslager 340.
Eidsvold, Gold 617.
Eifel, Eisen 206.
Eimelrod, Mangan 251.
Einbeck, Eisen 208.
Einfischtal, Fahlbänder 269. Nickel, Kobalt, Kupfer 871.
Einigkeit (Freiberg), Blei, Silber 477, 759.
Eisenbach, Eisen 574.
Eisenberg (Fichtelgebirge), Eisen 177.
Eisenerz, Eisen 188, *189*, 192, 198.
Eisenkappel, Blei 1085.
Eisenzecher Gang, Eisen 846.
Eisenzug (Wetzlar), Eisen 175.
Eiserntorpaß, Eisen 184.
Eisleben, Kupferschiefer *394*, *395*, 396. Rücken 499.
El Altar, Antimon 1130.
Elandsdrift, Diamant 82.
Elba, Pegmatit 921. Eisen 1159.
Elbingerode, Eisen 173, *178*. Mangan 248, *250*.
Elbogen, Eisen 233.
El Cerro, Mangan 252.
El Cobre, Kupfer 957.
El Confessionario, Kieslager 351.
El Dorado, Gold 591.
Sta. Elena, Blei 804.
Eleonore, Eisen 1017.
Elgersburg, Mangan 485, *575*.
El Granado, Mangan 252.
El Hamma, Kupfer 853.
Elisabetpol, Mangan 257.
Elizabethtown, Titaneis. 31.
Elkhorn-Grube, Blei 1111.
Ellenora-Grube, Antimon, Gold 630.
Elligser Brink, Eisen 221.
El Paso, Zinn 944.
Elsaß, Raseneisenerz 236.
Elster, Zinn 931.
Elsterwerda, Raseneisenerz 235.
Elvofluß, Nickeleisen 65.
Ely, Phosphorit 452. Eisen 1298.
Ely Mine, Kieslager 315.
Emilie-Anna-Grube, Eisenerz 230.
Emma-Mine, Blei, Silber 809.
Emmer Compascuum, Raseneisenerz 235, *236*, 238.
Ems, Blei 773. Pyromorphit 535, 539, 774. Thermen 1221, 1229.
Enailler, Phosphorit 1027.
Engelsberg, Gold 615.
Engelsdorf, Eisen 1044.
Engis, Galmei 1063.
England, Eisen 200, *218*, *230*. Unterer Zechstein 412. Phosphorit *451*, 452.
Enterprise (Colorado), Gold, Silber 681.
Enterprise (Mississ.), Eisen 197.
Entringen, Blei 431.
Ergastiria, Blei 1101.
Eriwan, Mangan 257.
Ermecke, Kieslager 339.
Ernstschacht, Kupferschiefer 396.
Erteli, Nickel, 46, 49, *50*, 51.
Erzberg, Eisen *189*, 198.
Erzgebirge, Verwerfungen 520, Granit 736, 753. Basalt 736. Zinn *923*, 1289. Thermen 1229.
Erzkasten, Blei 779.
Erzwiese, Gold 650.
Esch, Eisen 214.
Eschbroich, Blei, Galmei 1059.
Esmeralda, Silber 735.
Espedalen, Nickel 45, 49.
Essequibo, Gold 1256.
Essex, Phosphorit 452.
Eston, Eisen 219.
Estremadura, Apatit *936*, 1025.
Etaves, Phosphorit 1027.
St. Etienne, Steinkohle 98.
Etta-Grube, Zinn 23.
Etzmannsberg, Eisen 1044.
Euboea, Chromit 37.
St Eulalia, Silber, Blei 1127.
Eule, Gold 614, 1275.
Eupen, Galmei 1058.
Eureka, Silber 543.
Eureka City, Gold 605.
Evan, Nickel 49.
Evans Mine, Nickel, Kupfer 58, 59.
Evje, Nickel 52.
Evora, Antimon 884.

Faczebáj, Gold 666.
Falk, Blei 427, *429*.
Falkenau, Eisen 233. Schwefeleisen 356.
Falkenberg, Blei 761.
Falkenstein (Pfalz), Eisen 574.
Falotta, Mangan 253.
Falun, Kieslager 296, 320, 327, 352, 415, *972*. Gold 631.
Fastenberg, Silber 740.
Fauresmith, Diamant 76.
Favara, Schwefel, Cölestin 459.
Feather-Fluß, Gold, 1281.
Feigenstein, Zink 1087.
Feistereck, Eisen 192.
Feistritz, Bauxit 1244.
Feketepatak, Gold 661. Eisen 848.
Felsöbánya, Gold, Silber, Blei 481, 525, *662*. Orthoklas 529.
Felsöfalu, Gold 661.
Fenice, Kupfer 819.
Feragen, Chromit 37.
Ferdinand, Eisen 175.
Fernebo, Eisen 130.
Ferreira Mine, Gold 379.
Feuerland, Eisensand 1294.
Fichtelgebirge, Eisen *177*, *200*, 201, *202*, 224. Gold 628. Zinn 933.
Finkenkule, Eisen 221.
Finland, Seeerz 237.
Finsbury-Grube, Gold 622.
Fishkill, Eisen 186.
Fiumedinisi, Blei 794.
Flaad, Nickel 49, *52*, 53.
Flachau, Eisen 192.
Flachenberg, Eisen 193.
Flintshire, Blei 490, *1099*. Kobalt 874.
Flöttum, Kieslager 297.
Florida, Phosphorit 445, *1029*.
Florida Mountain, Gold, Silber 687.
Försterstollen, Kieslager 305.
Fohlenweide, Kupfer 391.

Fojnica, Schwefelkies 851.
Foldal, Kieslager 297, *298*, *307*.
Forest of Dean (Amerika), Eisen 152.
Forest of Dean (England), Eisen 1021.
Forlì, Schwefel 461.
Fossey, Zink 1060, 1061.
Foxdale, Blei 802.
Francavilla, Antimon 794.
Franken, Eisen 210.
Frankenberg, Kupfer 88, *409*, 412.
Frankenstein, Nickel 578.
Frankfort-Grube, Gold 622.
Franklin Furnace, Mangan, Zink 244.
Frank Smith, Diamant 82.
Frauenstein, Blei 756.
Frederick County, Eisen 186.
Frederike, Kupfer 344, 346, *411*.
Fregeneal, Eisen 146, 1150.
Freiberg (Sachsen), Zinn im Gneis 22. Deklination 92. Silber, Blei, Kupfer 472, 473, 475, 490, 505, 513, 517, 518, 541, 542, 558, *697*, 753, *754*, *755*, *987* ff., *995*, *1001*, 1004, 1234. Schachttiefen 478. Grubenwässer 555. Edle Geschicke 745. Silberklumpen 760. Mineralwässer 1226. — Siehe auch Himmelfahrt, Himmelsfürst, Kurprinz, Alte Hoffnung Gottes usw.
Freieslebenschacht, Kupferschiefer 398.
Freihung, Blei *431*, 433.
Freiwaldau, Gold 615.
Fresnillo, Silber 711.
Freudenstadt, Kupfer 487, 830.
Freycenet, Antimon 882.
Friedenshütte, Eisen 229.
Friedland, Eisenhütte 196, 197.
Friedrich-Christian, Blei 780.
Friedrich-Grube (Lintorf), Blei 778.
Friedrichroda, Mangan 575.
Friedrichshall, Schwefel 456.
Friedrichssegen, Blei 535, 539, *773*.
Friedrich-Wilhelm (Heudorf), Eisen 473.
Friesdorf, Alaunton 356.
Frisch Glück (Vogtland), Eisen 573.
Friscogrube, Blei 549. *807*.
Frizington, Eisen 1049.
Frodingham, Eisen 218.
Frohnbach, Silber 493, 698, *721*.
Frolowsk, Kupfer 1176.
Frontenac County, Eisen 154.
Fürstenvertrag, Silber 738.
Füzes, Gold 671.
Fuglevik, Eisen 142.
Fundkofel, Gold 279, 624.
Fundul Moldowi, Kieslager 288, *289*, 559.
Furneß, Eisen 1048.
Furuhaugen, Kieslager 299.
Furulund, Kieslager 302.

Gafsa, Phosphorit 454, *455*.
Galena (Illinois), Blei, Zink 1109.
Galena (Kansas), Blei, Zink 1105.
Galicia, Zinn, Wolfram 935.
Galizien, Schwefel *462*, 464. Galmei 1073.
Gambatesa, Mangan 254.
Gamlegrube, Eisen 142.
Gap Mine, Nickel 54.
Garnsdorf 558.
Garonne, Gold 1276.
Garpenberg, Kupfer 981.
Gastein, Gold 648.
Gautzsch, Phosphorit 456.
Gavorrano, Pyrit 1164.
Gavosdia, Eisenhütte 185.
Gefleborg, Eisen 118.
Gehlberg, Phosphorit 455.
Geismar, Kupfer 409.
Gelbe Birke, Kupfer, Blei, 1138.
Gellivara, Eisen 120, *135*, 140. Apatit 135.
Genua, Gold 1275.
Geologists Range 317.
Georg-Friedrich-Grube, Eisen 221.
St. Georg Fundgrube, Silber 737.
George-River, Nickeleisen 65.
Georgetown, Silber 703.
Georgia, Eisen 186. Phosphorit 449. Gold 595, 596, *597*, *598*, 599, 600. Bauxit 1243.
Georgsmarienhütte 208.
Gerbstedt, Kupferschiefer 395.
Gerfalco, Silber 819.
Germ, Mangan 249.
Gerolstein, Eisen 206.
Gersdorf, Blei, Silber 489, 697, 756, 761.
Gesegnete Bergmanns Hoffnung, Blei 535, 537, 757.
Getschenberg, Eisen 193.
Gevelingshausen, Grubenwasser 555.
Geyer, Zinn 489, *928*.
Gibellina, Schwefel 458.
Gibeon, Diamant 82.
Giehren, Zinn, Kobalt 933.
Gießen, Eisen, Mangan 250, 263, 554, *1015*, 1017.
Giglio, Kupfer 1164.
Giken-Grube, Kieslager 309.
Gilpin County, Gold, Silber, Kupfer 618, *685*, 703.
S. Giovanni, Blei 1097.
Giromagny, Blei 801.
Gladbeck, Kupferschiefer 407.
Gladhammar, Kobalt 272.
Glärnisch, Eisen 216.
Gläsendorf, Nickel 578.
Gläsener Berg, Kupferschiefer 402.
Glakärnsgrufva, Mangan 244.
Gleiwitz, Eisen 233.
Glückhilfschacht, Kupferschiefer 396.
Glück mit Freuden, Silber 740.
Glücksbrunn, Kupferschiefer 404.
Godegårdsgrube, Zink 363.
Godesberg, Alaunton 356.
Godolphin-Bridge 491.
Göllnitz, Eisen 285.
Göltzsch, Gold 628. 1275.
Göppingen, Eisen 212.
Gogebic, Eisen 155, *157*, 163.
Goldberg (Salzburg), Gold 650.
Goldberg (Schlesien), Kupfer 408.
Goldener Esel, Gold 1137.
Golden Horseshoe, Gold 639, 640.
Goldfields, Gold 703.
Goldistal, Gold 614.
Goldkronach, Gold 628.
Goldküste, Eisenglimmerschiefer 110, 111. Gold 606, *1268*.
Goldzeche, Gold 649, 650.
Gollrad, Eisen 192.
Gollyre, Fahlbänder 269. Kupfer, Nickel, Kobalt 871.
São Goncalo, Gold 1253.
Gonderbach, Silber 775.

Gondo, Gold 653.
Gongo-Socco, Gold 602.
Gonzen, Eisen 181.
Gorap, Kupfer 827.
Gornyschtschit, Gold 1276.
Goroblagodat, Eisen 32, 141, *1171*, 1174. Platin 1284.
Goroblagodatskischer Distrikt, Platin 64.
Gory, Mangan 257.
Gosenbach, Eisen 473.
Goslar, Kieslager 329.
Gottesgab, Kobalt, Silber 744.
Gottestreue, Schwefeleisen 357.
Gotthard, Titangänge 961.
Gouttes, Mangan 576.
Gozzo, Phosphorit 455.
Graahö, Nickel 49.
Grängesberg, Eisen 112, 119, *120*, 122, 141, 165, 166, 168. Apatit 443.
Gräsberg, Eisen 119, 122.
Grampound Road, Uran 943.
Granado, Mangan 252.
Grand Clos, Blei 801.
Grand Praz, Fahlbänder 269. Kupfer, Nickel, Kobalt 871.
Grandpré, Phosphorit 453.
Graslitz, Kupfer 815.
Graß Valley, Gold 592.
Gratwein, Quecksilber 899.
Graul, Arsen 558, 1139. Mangan, Wismut 574.
Graupen, Zinn 928.
Great Boulder, Gold 639.
Great Cobar, Kupfer *826*, 876.
Great Eastern, Quecksilber 913.
Great Valley, Eisen 187.
Great Western, Quecksilber 913.
Greenbushes, Zinn 949.
Gressoney, Gold 652.
Griedel, Mangan 1016.
Griesberg, Blei, Kupfer 423, *424*.
Grimeli-Grube, Kieslager 297.
Griqualand, Diamant *74*, 82.
Grk-Berg, Mangan 253.
Grochau, Chromit 35. Nickel 580.
Gröbzig 394.
Gröditzberg, Kupfer 408.
Grönland, ged. Eisen 67. Kryolith 71.
Grönskargrube, Kieslager 298.
Groß-Almerode, Alaunton 356.
Großbottwar, Blei 431.
Großbülten, Eisen 1296.
Großenhausen, Kupferschiefer 406.
Großfragant, Kieslager 650.
Großgrube (Långban), Mangan 243.
Groß-Ilseder Hütte, Eisen 1296.
Großkahl, Kupferschiefer 406, 407.
Großpöhla, Arseneisen 1138.
Großschirma, Blei 761.
Großvoigtsberg, Blei, Silber 755, 757.
Grotte, Schwefel 458, 460.
Grüner Löwe, Kobalt 847.
Grünten, Eisen 222.
Grund, Blei 763, 765, 766, 768. Eisen 1039.
Grythytte, Eisen 122.
Guadalcanal, Silber, Kobalt 746.
Guadalcázar, Silber 712. Quecksilber 916.
Guadalupe, Silber 712.
Guanajuato, Silber 473, 529, 562, *708*.
Guanuni, Zinn 750.
Guberquelle 556.
Guggenbach, Blei, Zink 790.
Guipúzcoa, Zink 539, *1093*.
Guldal, Kieslager 298.
Guldgrube, Kieslager 298.
Guldnaes, Kupfer 955.
Gulgong, Gold 1267.
Gumeschwesk, Kupfer 1177.
Gustav-Adolf-Grube, Eisen 129.
Gustavgrube, Eisen 230.
Guyana, Gold 604, *1253*, 1254, 1255.
Gyalár, Eisen 184.
Gyalu Negru, Kieslager 289.
Gympie, Gold 607, 610.

Hadamar, Mangan 250, 1017.
Hahausen, Kupferschiefer 393, *402*.
Haiger, Eisen 176.
Haile Mine, Eisen 509. Gold *596*, 599.
Haingründau, Kupferschiefer 406.
Hajtó-Berg, Gold 633.
Håkansboda, Kobalt 1168.
Halberbracht, Kieslager 339.
Halle, Flußspat 1194.
Hallein, Schwefel 456.
Hallstadt 559.
Halsbrücke, Blei 761, *762*.
Hamala, Galmei 1091.
Hammam-Meskutin, Thermen 1223.
Hammam N'Bails, Galmei 1090.
Hanau, Raseneisenerz 236.
Hanging-Rock-Distrikt, Eisen 232.
Hankabakken, Kieslager 309.
Harlech, Mangan 256.
Harney Range, Zinn 24.
Harteberg, Chromit 34.
Hartenberg, Eisen 179.
Hartley, Gold 70.
Harzburg, Nickel 42. Eisen 87, 207, *208*, 220, 224.
Harzgerode, Blei 771. Nickel 870.
Hasel, Kupfer *408*, 412.
Haslach, Silber 698.
Hasselbomschurf, Eisen 142.
Hasserode, Nickel 870.
Hastings County, Eisen 154.
Hattingen, Eisen 228.
Haunsberg, Eisen 221.
Hauraki, Gold 607, 690, *691*.
Hausach, Silber 698.
Haut-de-Cry, Eisen 217.
Haute-Garonne, Phosphorit 448.
Haute-Marne, Eisen 221.
Haute-Saône, Phosphorit 451.
Hautes-Pyrénées, Mangan 249.
Havanna, Gold 70.
Haverlah, Eisen 221.
Havré, Phosphorit 1027.
Hayingen, Eisenerz 214.
Haytor Mine, Eisen 104.
Heckholzhausen, Mangan 1017. Phosphorit 1022.
Hecla-Grube, Kupfer 478, *863*.
Heemskirk-Distrikt, Zinn 951. Eisen 1187.
Heidelberg (Transvaal), Gold 374.
Heilbronn, Blei 431.
Heinzenberg, Gold 616.
St. Helens, Zinn 950.
Helgoland, Kupfer 411.
Hellering, Kupfer 427.
Hellin, Schwefel 465.
Helmstedt, Phosphorit 455.
Hengersberg, Gold 1257.
Hengstererben, Zinn 930.
Henneberg, Blei 1141.
Henry Nourse Mine, Gold 378.
Hérault, Phosphorit 1021.
Herberton-Distrikt, Zinn 949.

Hererias, Silber 559.
Herges-Vogtei, Eisen 1040.
Herjådalen, Seeerz 237.
Hermsdorf, Quecksilber 894.
Herrenberg (Württemberg), Blei 431. (Rheinpreußen) 558.
Herrengrund, Kupfer 834.
Herrensegen, Blei, Kupfer 780.
Herzog August, Blei, Silber 759.
Herzogenrath 518.
Hessen, Kupfer 393, *404*, *406*, *409*, 410. Mangan *1014*, 1042.
Hestmandö, Chromit 37.
Hettstedt, Kupferschiefer 394, *395*, *398*.
Heverstedt, Eisenerz 217.
Hickman County, Phosphorit 450.
Hiendelaencina, Silber 729.
Highland Boy, Kupfer 808, 1119.
Hilbersdorf, Blei 761.
Hildesheim, Silberfund 560.
Hilfe Gottes, Blei 765, 766, 769.
Hillend, Gold 607.
Hillesheim, Eisen 206.
Hillgrove, Gold, Antimon 630.
Hilsmulde, Eisen 221.
Himmelfahrt, Blei, Kupfer, Silber 490, 506, 757, 758, *759*, *760*, 762, *763*. 1199. Grubenwässer 555.
Himmelfahrt Christi (Schneeberg) 738.
Himmelsfürst, Silber, Blei 475, 478, 480, 488, 498, 504, 505, 533, 536, 539, 560, 569, 757, *760*, 762, *763*, *997*, 1199. Grubenwässer 555. Gasexhalationen 564.
Hiraklia, Smirgel 169.
Hirschau, Blei 432.
Hirschberg, Eisen 202.
His, Silber 725.
Hjulsjö, Eisen 122.
Hjulvindsgrufva, Eisen 134.
Hnilecz, Eisen 848.
Hochfilzen, Eisen 193.
Hochwald, Kupfer 427, *429*.
Hochweisel, Mangan 1016.
Hodbarrow, Eisen 1049.
Hodritsch, Silber 503, 654, *657*.
Hof, Eisen 202.
Hoffnungsschacht, Kupferschiefer 396.
Hohenelbe, Kupfer 389.
Hohenstein, Kupfer, Gold 623.
Hohenstißer Revier, Kupferschiefer 404, 405, 406.
Hoher Goldberg, Gold 649.
Hohe Tauern, Gold *648*, 992.
Holland, Raseneisenerz 235, *236*.
Holzappel, Blei 480, 515, *772*, 774.
Homberg, Blei 774.
Homburg, Elisabethquelle 1221.
Homestake, Gold 387, 1267.
Hondol, Gold 671.
Honduras, Gold 688.
Hope-Grube, Kupfer 827.
Hoppeketal, Eisen 174.
Horbach, Nickel 46.
Horcajo, Blei 805.
Horhausen, Eisen 487, 564, *846*.
Hornburg 394.
Hornsilver-Mine, Blei 807.
Horodizce, Mangan 259.
Hořowitz, Quecksilber 894.
Horseshoe-Grube, Gold 639, 640.
Horton, Titaneisenerz 31.
Houghton, Kupfer 861.
Howland Mine, Eisen 154.
Hoyerswerda, Raseneisenerz 236.
Hualgayoc, Silber 716.
Huancavelica, Quecksilber 916.
Huanchaca, Silber 750.
Huantajaya, Silber 735.
Huanuni, Zinn 750.
Huayna Potosi, Zinn 750.
Huckelheim, Kupferschiefer 406, 407.
Hudson-Hochland, Eisen 150, *152*, *186*.
Huelgoat, Blei 562, *798*.
Huelva, Mangan 251. Kieslager 301, *347*, *354*.
Hüggel, Eisen, Blei, Zink 1042.
Hüttau, Eisen 192.
Hüttenberg, Eisen 183, 539, *1035*.
Hüttenrode, Eisen 180.
Huitzuco, Quecksilber 915.
Humboldtgrube, Gold, Silber 683.
Hunsrück, Mangan 1017.
Hunyad, Eisen 184.
Hussigny, Eisen 214.
Husum, Kupfer 411.
Ibbenbüren, Eisen 1042.
Ibbestad, Eisen 142.
Iberg (Harz), Tektonik 98. Eisen 1039.
Ichinokawa, Antimon 886.
Idaho City, Gold, Silber 686. Feldspat 529.
Idria, Quecksilber 512, *895*.
Iglesias, Blei 794, *795*, *1094*.
Iglo, Eisen 285.
Ikuno, Silber 717.
Ilfeld, Kupferschiefer 402. Eisen 572. Mangan 575.
Illampu, Zinn 750.
Illinois, Zink 1109, 1111. Flußspat 1111.
Illoba, Gold 661.
Illogan, Zinn 940.
Ilmenau, Mangan 575.
Ilova, Gold 614.
Ilseder Hütte, Eisen 221.
Imperinatal, Kieslager 282.
Imsbach, Eisen 574. Kupfer 829.
Inagotable, Zinkblende 1094.
Indian Territory, Blei, Zink 1105.
Indien, Diamant 82, 83. Eisen *150*, 232. Mangan 261. Gold 626.
Indischer Ozean 198.
Indre, Phosphorit 451.
Ingelshytte, Eisen 124.
Ingersoll, Zinn 24.
Innai, Silber 716.
Innerberger Erzberg, Eisen 189, 191.
Inquisivi, Gold, Wismut 875.
Inverell, Zinn 1292.
Ios, Smirgel 169.
Iowa, Blei 1110.
Irkuskan, Eisen 187.
Irland, Kieslager 290.
Iron Mine Hill, Eisen 26.
Iron Mountain (Missouri), Eisen 141, *1052*.
Iron Mountain (Kalifornien), Kupfer 823.
Irvinebank, Zinn 950.
Isabella-Grube, Kieslager 314.
Ischl, Schwefel 456.
Iserlohn, Galmei 1063.
Isetsk, Gold 1276.
Ishpeming, Eisen 155.
Island, Schwefel 456.
Isle of Man, Blei 802.
Isle Royale, Kupfer 859.
Isolde, Eisen 573.
Iß, Platin 1286.
Itabira, Itabirit 110. Gold 602.

Ivalo-Fluß, Gold 1276.
Ivanjiska, Mangan 253.
St. Ives, Zinn 940.
Ivigtok, Kryolith 71.
Ivigtut, Kryolith 71.
Ixtlán, Gold 688.

Jackson County, Nickeleisen 65.
Jackson Mine, Eisen 162.
Jacobsberg, Mangan 241, 244.
Jacupiranga, Titaneisen 32.
Jagersfontein, Diamant 76, 80.
Jakobeni, Mangan 111, *248*.
Jakobstollen, Kieslager 305.
Jaluit, Phosphorit 1034.
Jamjura, Kieslager 315.
Jankovic, Kupfer 1148.
Jano, Quecksilber 905.
Janow, Eisen 229.
Japan, Kupfer 355, *821*. Schwefel 456. Silber, Gold 716, 717. Antimon 886. Quecksilber 917. Eisen 1295.
Jarales, Nickel 62.
Jauer, Eisenhütte 252.
Jaworzno, Verwerfungen 489.
Jefferson County, Eisen 150.
Jekaterinburg, Chromit 38. Gold 69.
Jekaterinoslaw, Kupfer 389. Quecksilber 512.
Jemtland, Seeerz 237.
Jenbach, Eisen 193.
Jenisseidistrikt, Gold 1277.
Jeres de los Caballeros, Eisen 146, 1150.
Jernboås, Eisen 122.
Jernsmauget, Kieslager 298.
Jerusalem, Phosphorit 454.
Jimenez, Kupfer 1186.
Jipka, Kupfer 390.
Joachimsthal, Kobalt, Silber, Uran 497, 503, 523, *741*, 997, 999. Quellen 1228.
Johannesburg, Gold 369, 371.
Johanngeorgenstadt, Kobalt, Silber, Wismut 521, *739*. Eisen 573.
Johnsbach, Eisen 192.
Jokeskeyfluß, Gold 385.
Jonsdorf, Basalt 511.
Joplin, Zink 1108.
Jordan-Mine, Blei 808, 1119.
Jordansee, Schwefelkies 356.
Jordgrube, Eisen 134.
Josephine County, Nickeleisen 65.
San Juan, Kupfer 956.
San Juan-Gebirge, Gold, Silber 679.
San Juancito, Gold, Silber 688.
Juanteniente, Eisen 145.
Jubilee-Grube, Gold 622.
Juda, Phosphorit, Asphalt 453.
Judenburg, Kupfer, Arsen 817.
Judith-Berge, Gold 645.
Jugovic, Kupfer 1148.
Juliushütte 339.
Julius Philipp, Steinkohle 99.
Juneau, Gold 594.
Junge hohe Birke, Blei, Kupfer 757, 758.
Jungfrugrufva, Eisen 134.
Junghengst, Kobalt, Silber 744.
Junin, Silber 712.
Juno (Nauborn), Eisen 175.
Juno (Ramsbeck), Grubenwasser 555.
Jura, schwäbisch-fränkischer, Bohnerze 1248.
Jura, schweizer, Bohnerze 1249.
Jurjusan, Eisenhütte 187.
St. Just, Zinn, Kupfer 940.
Sta. Justa, Eisen 146.

Kaala, Nickel 583.
Kaapsche Hoop, Gold 621.
Kärnten, Kieslager *275*, 324.
Kafveldorp, Kupfer 981.
Kahleberg, Eisen 208.
Kaiser Heinrich, Eisen 212.
Kaiser Wilhelm II. 519, 534, 765, *767*, *768*.
Kajanel, Gold 671.
Kalabak, Kupfer, Eisen 1180.
Kalenberg (Eifel), Blei 424.
Kalgoorlie, Gold 607, *638*, 1252.
Kalifornien, Chromit 40. Gold 70, 529, 588, 589, *590*, 630, 644, *1280*. Quecksilber 910. Zinn 944. Platin 1287.
Kallmora, Erdpech 122. Eisen, Blei 128.
Kallwang, Kieslager *277*, 322.
Kamaresa, Blei 1101, *1103*.
Kamenica, Kupfer 842.
Kamerun, Schwefel 456.
Kamfersdam, Diamant 82.
Kamioka, Silber 717.
Kamsdorf, Kupferschiefer *403*, 415, 416. Kobalt, Kupfer 480, 500, 503, 504, 521, 551, *831*, 868. Eisen 1039.
Kamyschak, Gold 70.
Kanada, Chromit 40. Nickel 55. Eisen *154*, 166, 235, *236*. Smirgel 169. Apatit 443.
Kandern, Bohnerze 1249.
Kankim Bamu, Gold 606.
Kano, Antimon 886.
Kanowna, Gold 1252.
Kansas, Blei, Zink 1105.
Kapland, Kupfer 63. Diamant 74. Geologie 371, 372.
Kapnik, Gold, Silber 525, 529, 660, *663*.
Kapunda, Kupfer 826.
Kara-Barun, Quecksilber 910.
Karabugas, Schwefel 467.
Karakum, Schwefel 467.
Karalpe, Quecksilber 895.
Karangahake-Goldfeld 690.
Karasjok, Gold 1276.
Karimon, Zinn 1290.
Karkalinsk, Kupferhütte 389.
Karlsbad, Eisen 233. Schwefeleisen 356. Thermen 1221. Sprudelstein 1221.
Karmö, Kieslager 297, *307*.
Karpathen, Eisen 196. Mangan *248*, 256. Kieslager *285*, *288*.
Kaspische Niederung, Schwefeleisen 359.
Kastamuni, Chromit 39.
Kastental, Eisen 572.
Kataw, Eisenhütte 187.
Katerfi, Schwefel 467.
Katharinaberg, Kupfer, Blei 756, 814.
Katschkanar, Chromit 38. Eisen 1179.
Katzenelnbogen, Phosphorit 1024.
Kaukasus, Mangan 257. Kupfer 441. Schwefel 456, *466*.
Kawan-Insel, Kupfer 559.
Kchiuta, Schwefel 466.
Kedabeg, Kupfer 441.
Kef-um-Thebul, Kupfer 826.
Kehrzug, Eisen 178.
Kelchalp, Kupfer 834.
Kellerjoch, Eisen 193.
Kelsey Mine, Kobalt 867.
Kent, Eisen 232, 236. Phosphorit 451, 452.

Kentucky, Eisen 205, 232. Phosphorit 447. Höhlen 1009. Blei, Zink, Flußspat 1111.
Keropotamo, Chromit 37.
Kertsch, Eisen 223.
Keweenaw, Kupfer 858.
Kieferstädtel, Eisen 233.
Kilkivan, Quecksilber 918.
Killingdal, Kieslager 297.
Kimberley, Diamant *74*, 79, 80.
Kimberley (Austr.), Gold 638.
Kimpolung, Eisen 196.
King's Mountain, Gold 598.
Kintore, Gold 1252.
Kinzigtal, Silber 698, 745.
Kirchheimbolanden, Kupfer 829.
Kirlibaba, Eisen 113.
Kirnik, Gold 668.
Kirunnavara, Eisen 120, *137*, 140.
Kis Almás, Gold 671.
Kisbánya, Gold 499, 661.
Kisel, Eisen 1020.
Kitlim, Platin 1287.
Kitzbühel, Kupfer 486, 499, *834*.
Kjöli, Kieslager 297, 298.
Klacka, Eisen 125.
Klacksberg, Eisen 120, 122, *126*, 166.
Klausen, Blei, Zink, Kupfer 791.
Klefva, Nickel 46, 49.
Kleinasien, Chromit 38. Smirgel 169.
Kleinen-Bremen, Eisen 217.
Klein-Mohrau, Eisen 180.
Klein-Namaland, Kupfer 63.
Klein-Přilep, Eisen 231.
Kleinvoigtsberg. Silber 756.
Klerksdorf, Gold 374.
Kley, Eisen 208.
Klinge, Eisen 1041.
Klingenthal, Kupfer 815.
Klodeberg, Eisen 144.
Klondike, Gold 3, 593, 1282.
Klostergrab, Blei 788.
Klovereid, Kupfer 954.
Knallagrube, Zink 364.
Knappenstube, Kieslager *278*, 322.
Kniebiß, Gold 651.
Knollen, Eisen 561, *572*.
Knoxville, Quecksilber 911.
Kochhütte, Kupfer 397.
Kölner Bucht, Eisen 233.
König Oskar-Grube, Kieslager 308.
Königsbronn, Eisenhütte 211.
Königssee, Eisen 1040.
Königszug, Eisen 176.
Könitz, Eisen 1039.
Köppern, Mangan 1016.
Koffyfontein, Diamant 76.
Kohlberg, Eisen 212.
Kokieu, Zinn 947.
Kokoschütz, Schwefel 457, *463*.
Kolar, Gold 626, 1298.
Kollmannsegg, Eisen 193.
Kolningsberg, Eisen 120, 122, *126*.
Kolorado, Blei. Gold, Silber 632, *641*, 644, 679, 703, *1112*. Eisen 232.
Kolsnarensee, Raseneisenerz 235, *237*.
Komati-Goldfeld 605.
Kongensgrube. Kieslager *298*, 306.
Kongsberg, Erdpech 122. Fahlbänder 267, 724. Silber 489, 529, 542, *722*, 1003.
Konradswaldau, Kupfer *408*, 412.
Kootenay, Gold 623.
Kopenhagen, Schwefelwasserstoffbildung im Meer 358.
Kopparberg, Eisen 118.
Koranda, Gold 672.
Kordigast, Eisen 212.
Korsika, Kupfer 842. Antimon 882.
Kosaka, Silber 717.
Kosemitz, Nickel 578.
Košfalov, Kupfer 390.
Kossowo, Chromit 37.
Kostajnik, Antimon 1129.
Koswa, Platin 1287.
Kotschkar, Gold 624.
Kotterbach, Kupfer, Eisen 569, 572, *849*.
Kouaoua, Nickel 583.
Kragerö, Apatit 143, 962.
Krangrufva, Eisen 130.
Krásnáhora, Gold 628.
Kraubat, Chromit 35.
Kreith, Eisen 192.
Kremnitz, Gold 483, *658*. Rhodonit 529.
Krepitz, Mangan 256.
Kreševo, Kupfer 853.
Kressenberg, Eisen 88, *221*, 224, 225.
Kreuth, Blei 1073.
Kreutzburg, Eisen 195.
Kreuzberg (Ungarn), Gold *661*.
Kreuzeck, Kieslager 278.
Kreuzen, Blei, Zink 1084.
Krim, Eisen 223.
Kristiania, Nickel 49. Eisen 1165.
Kristianiafjord, Gold und Silber im Meerwasser *360*.
Kriwoi-Rog, Eisen *148*, 165.
Krokodil-Goldfeld 611.
Kronburg, Bildung von Schwefeleisen im Meer 358.
Krügersdorp, Gold 375.
Krughütte, Kupfer 397.
Krumirien, Phosphorit 454.
Krux, Eisen 1140.
Krzizanowitz, Mangan 256.
Kscheutz, Blei 787.
Kucajna, Blei 1089.
Kuchen, Eisen 212.
Kuei-Tschau, Quecksilber 917.
Kuisib-Fluß, Kupfer 827, 954.
Kulmberg, Kieslager 275.
Kunnersteiner Verwerfung 487.
Kupferacker, Kupfer 391.
Kupferberg (Erzgebirge), Eisen 1139.
Kupferberg (Fichtelgebirge), Kupfer 829.
Kupferberg (Schlesien), Blei, Kupfer 816. Eisen 1136.
Kupferkammerhütte, Kupfer 397.
Kupferlöcher, Kupfer 391.
Kupfersuhl, Kupferschiefer 404.
Kurprinz, Blei 499. Gasexhalationen 565.
Kursk, Eisen 197. Phosphorit 453.
Kuschwa, Eisen 1171.
Kutaïs, Mangan *257*, 261.
Kuttenberg, Blei, Silber 753, *788*.
Kuznicka, Eisenhütte 233.
Kyffhäuser, Kupferschiefer 402.
Kylsbogrube, Eisen 126.
Kyschtymsk, Chromit 38.

Lac à la Tortue, Seeerz 237.
La Carolina, Blei 804.
Lace, Diamant 82.
Lading, Kieslager 279.
Ladysmith, Kohle 371.
Laeverestvedt, Eisen 144.

Lafayette, Mangan 256. Phosphorit 447.
La Gardette, Gold 503, *653*.
Laghetto, Nickel 47.
Lagunazo, Kieslager 347.
La Higuera, Kupfer 956.
Lahntal, Phosphorit 1022.
Laisa, Mangan 250.
Lake Champlain, Eisen 26, 150, *152*. Titaneisensand 32, 1294.
Lake Superior, Eisen 89, *154*, *160*, 163, 1298. Kupfer 4, 529, *857*.
Lake Valley, Zink 1185.
Lake View, Gold 639.
La Laja, Kieslager 350.
Lam, Kieslager 971.
Lamadeleine, Eisen 214.
Lamitzmühle, Eisen 202.
Lamnitztal, Kieslager *278*, 322.
La Motte, Kupfer, Kobalt, Nickel 1109.
Lanark County, Eisen 154.
Lancashire, Eisen 1048.
Lancaster County, Nickel 54.
Lancelot-Grube, Zinn 950.
Landsberg, Eisen 195.
Landu, Kieslager 315.
La Nestosa, Galmei 1093.
Långban, Eisen 124, 145, 166, *242*. Mangan 241, *242*.
Langdal, Nickel 49.
Langeland, Eisen 207.
Langenaubach, Eisen 176.
Langerbühl, Eisen 177.
Langerfeld, Galmei 1064.
Långfalls, Blendelager 296, 320, *980*.
Långhult, Magneteisen 26.
Langlaagte-Farm, Gold 385.
Langsev, Eisenerz 144.
Langvand, Kieslager 303, *307*.
Lansellsgrube, Gold 478.
La Paz, Zinn, Silber 751.
La Plata-Fluß (Colorado), Gold 681.
Láposbánya, Gold 661.
Lappland, Eisen 118, *135*, *137*, *138*, 168. Kieslager 310. Apatit 443, 963.
Larnaca, Mangan 260.
La Romana, Blei 805.
Las Cabessas, Phosphorit 448. Mangan 448, *1047*.
Las Cuevas, Quecksilber 907.
La Serena, Kupfer 956.
Las Nieves, Galmei 1093.
Las Tres Virgines 440.
La Touche, Blei 798.
Laurium, Blei 560, *1100*.
Lausitz, Nickel 42. Quarzgänge 473.
Lautenthal, Mangan 250. Soolquelle 343, *1218*. Blei 487, 763, 765, 768—770.
Lauterberg, Kupferschiefer 402. Eisen 561, *572*. Kupfer 830.
La Voulte, Eisen 217.
St. Lawrence, Eisen 150.
Laxey, Blei 802.
La Zarza, Kieslager 347, *353*.
Lead City, Gold 387, 1267.
Leadville, Blei 549, 561, 562, *1112*.
Lebiajaia, Eisen 1174.
Lebong Soelit, Gold 613.
Le Breton-Grube, Kieslager 307.
Leeds County, Eisen 154.
Lehigh, Zink 1111.
Leicestershire, Eisen 219.
Leipzig, Phosphorit 456.
Leitmar, Kupfer 411.
Lengsdorf, Alaunton 356.
Leogang, Eisen 193. Nickel 871.
St. Léonard, Zinn 935.
Lerbach, Eisen 178.
Lerberg, Eisen 125.
Lercara, Schwefel 458.
Lesbos, Antimon 885.
Les Chalanches, Fahlbänder 269.
Letaba, Gold 605.
Letoianni, Antimon 794.
Letye, Gold 670.
Leuchtholz, Eisen 202.
Leun, Eisen 175.
Leveäniemi, Eisen 139.
Levesbánya, Orthoklas 529.
Levico, Grubenwasser 556. Blei 791.
Levigliani, Quecksilber 905.
Lewis County, Phosphorit 450.
Lexington-Grube, Silber 701.
Licata, Schwefel, Cölestin 459.
Lichtenbach, Eisen 192.
Licoulne, Antimon 882.
Liebenburg, Eisen 208.
Liesberg, Blei 777.
Lieth, Kupfer 411.
Lietzen, Eisen 188.
Lieversbach, Kupfer, Blei 423, 425.
Ligurien, Kupfer 842.
Lillefjeld, Kieslager 297.
Limberg, Kupfer 427, *429*.
Limburg, Mangan 1017. Phosphorit 1022.
Limina, Blei 794.
Limousin, Zinn 490.
Linares, Blei 804.
Lincoln, Eisen 218.
Linda Creek, Gold 611.
Lindener Mark, Mangan 1015.
Lindenstieg sieh dich um, Eisen 179.
Lindesberg, Eisen 122.
Linguizetta, Kupfer 842.
Lintorf, Blei 777.
Lipari, Kupfer 439.
Liristal, Bauxit 1243.
Liskeard, Blei 943.
Littai, Blei, Quecksilber 478, *792*, 899.
Little Shark, Blei, Silber 560.
Ljusnarsberg, Eisen 122, 124, 125.
Ljusnedal, Kieslager 298.
Llallagua, Zinn 750.
Llanidloes, Gasexhalationen 565. Blei 565.
Lobenstein, Nickel 867.
Locarno, Nickel 48.
Lockhart Mine, Gold 599.
Lölling, Eisen 1035.
Löwenberg, Gold 615, 1275.
Logrosan, Apatit 936.
Lohara, Eisen 150.
Lombardei, Eisen 193.
Lomberg, Eisen 119, *124*.
London Mine, Kieslager 314.
Longfellow-Grube, Kupfer 1184.
Longwy, Eisen 214.
Lontzen, Galmei 1058.
Lorca, Schwefel 465.
Lorenzostrom, Eisen 1295.
Lorqui y Fortuna, Schwefel 465.
Los Bordos, Silber 734.
Los Condes, Kupfer 956.
Los Jarales, Nickel 62.
Lothringen, Eisen 87, 88, 110, 200, 206, *212*, *216*, 223, 226, 443. Phosphorit 450.
Loudervielle, Mangan 249.
St. Louis, Millerit 864.
Louisa County, Kieslager 315.
Louisburg, Gold 596.
Louisiana, Schwefel 467.
Lowerz, Eisen 223.
Luchsinger Schwefelquelle 98.

Lüderich, Blei 484, 537, *776*.
Lüneburg, Raseneisenerz 236.
Lüttich, Phosphorit 1027.
Lugnaquillaberg, Kieslager 290.
San Luis, Silber 710, 711.
Luise (Horhausen), Eisen 487, 564, *846*.
Luise (Stolberg), Flußspat 830.
Luleå 135.
Lundörren, Nickel 50.
Lungau, Gold 616.
Luossavara, Eisen 111, 120, *137*, 140.
Lutter a. B., Eisen 208.
Luxemburg, Eisen 212, 216.
Luzon, Kupfer 857, 1259.
Luzy, Mangan 576.
Luzzogno, Nickel 47.
Lydenburg, Gold 371, 383, 606, *620*, 630, 1257.
Lyngrot, Eisen 141.

Macetown, Gold 613.
Madagaskar, Gold 606, 1257. Nickel 585.
Madeni-sseri, Mangan 257.
Madras, Diamant 83.
Madriat, Bauxit 1244.
Mähren, Eisen 180. Mangan 256.
Mährisches Gesenke, Eisen 180.
Mährisch Neustadt, Eisen 180.
Mafeking, Gold 622.
Magdeburg, Phosphorit 455.
Magdeburger Uferrand, Kupferschiefer 403.
Magna Charta-Grube 701.
Magnet Cove, Titaneisen 27.
Magnitnaia, Eisen 1177.
Magurka, Gold, Antimon 629.
Mahdiatal, Gold 1255.
Mahlberg, Blei 774.
Mahopac Mine, Eisen 152.
Maine, Kieslager 311.
Maisur, Gold *626*, 1298.
Majdan (Bosnien), Eisen, Kupfer 185.
Majdanpek (Serbien), Kupfer 1148.
Makri, Chromit 39.
Malabar, Gold 627.
Malaga, Nickel 62. Eisen *146*, 166.
Malaguit, Kupfer 1259.
Malakka, Zinn 1290.
Malanoche, Silber 710.
Malden, Phosphorit 1034.
Malfidano, Galmei 1096, 1097.
Malines, Zink 1089.
Malmani, Gold 620, 622.
Malö, Nickel 49.
Malsjöbergsgrube, Gold 631.
Malta, Phosphorit 455.
Mancayan, Kupfer 857.
Mangold, Eisen 175.
Manhattan, Quecksilber 911.
Manosque, Schwefel 465.
Mansfeld, Kupferschiefer 95, 105, 106, 385, *391*, *393*, *394*, *401*, 412, 416. Produktion 355, *401*. Rücken 499. Nickel, Kobalt 868.
Mapimi, Blei, Silber 1128.
Marburg, Kupferletten 411.
St. Marcel, Mangan 247. Kieslager 285.
Maria (Wetzlar), Eisen 175.
Ste. Marie-aux-Chênes, Eisen 214.
Marienberg, Silber 475, 518, 542, 558, *744*. Zinn 931.
St. Marienberg, Kupfer 817.
Marken, Schwefel 461.
Markersbach, Zinn 931.
Markirch, Silber 721.
Markoldendorf, Eisen 208.
Markus Röhling, Silber, Kobalt 741.
Marmaros, Eisen 111, *113*.
Marmora, Gold 627.
Marquette, Eisen 155, *156*, *159*, 163, 166.
Marseille, Schwefel 465.
Marshall Basin, Gold, Silber 476, 681.
Martenberg, Eisen 174.
Martha (Albshausen), Eisen 175.
Martha (Schlesien), Nickel 580.
Martigny, Eisen 114.
Maryland, Chromit 39. Eisen 186. Kieslager 311. Gold 599, 600.
Mary-Mine, Kieslager 314.
Marysvale, Quecksilber 889.
Maschonaland, Gold 371, 606.
Maškara, Kupfer 852.
Massa Marittima, Kupfer 547, *817*.
Matabeleland, Gold 371, 606.
Matchless, Kupfer 827.
Mattsee, Eisen 221.
Maubach, Blei 426.
St. Mauritius, Zinn 930.
Maury County, Phosphorit 450.
Mausbacher Hecken, Blei 1062.
Mazapil, Silber 711. Kupfer 1185.
Mazarron, Blei 753, *803*.
Mazaruni, Gold 1256.
Mazenay, Eisen 210.
Meadow Lake, Gold 592.
Mechernich, Blei 106, 385, *422*, *425*, 433, 438, 558.
Mecklenburg, Raseneisenerz 235, 236, *238*.
Medja Rassul, Eisen 148.
Mednorudiansk, Kupfer 1175.
Meggen, Kieslager 273, 325, *339*, *342*, *343*, 358, 361. Grubenwasser 556.
Meinerzhagener Bleiberg 422, 425.
Meinkjär, Nickel 49, 51.
Meiseberg, Blei 771.
Mekidol, Chromit 36.
Mellemgrube, Nickel 51.
Mellrichstadt, Kupferschiefer 407.
Memmendorf, Blei, Silber 489, 755.
Mendip, Versteinerungen auf Gängen 525.
Menominee, Eisen 155, *157*, 163, 166.
Meraker, Kieslager 297.
Mercadal, Zink 1093.
Mercedes, Silber 732.
Merenberg, Phosphorit 1023.
Merglon, Zink 1089.
Merionetshire, Mangan 256. Phosphorit 447. Gold *617*, 630.
Merklin, Zink 788.
Merseburg, Raseneisenerz 236.
Mersina, Chromit 39.
Mertainen-Gebirge, Eisen 139.
Mesabi Range, Eisen 155, *158*, *160*, 163.
Messina, Blei 794.
Metnitz, Blei 790.
Metzingen, Eisen 212.
Meurthe-et-Moselle, Eisen 214.
Mexiko, Kupferproduktion 355. Schwefel 456. Gold 687. Silber 705. Quecksilber 915. Zinn *946*, 1290.
Meymac, Wismut 875. Zinn 935.
Mezquital del Oro, Gold 688.
Mgwimewi, Mangan 258.

Miask, Titaneisen 27, 32. Gold 69, 1277.
St. Michael, Gold 616.
Michaelsberg, Antimon 880.
Michelzecher Gang 497.
Michigamme, Eisen 155.
Michigan, Eisen 111, *154*, *162*.
Miechowitz, Galmei 1070.
Mieres, Quecksilber 909.
Mies (Böhmen), Blei 474, 541, 549, *786*.
Mieß (Kärnten), Blei 537, 552, *1085*.
Miggiandone, Nickel 47, *48*.
San Miguel, Silber 710.
Miguel Burnier, Mangan 255.
Mileschau, Gold, Antimon *628*, 880.
Milluni, Zinn 750.
Milos, Mangan 260. Silber 730.
Miltitz, Blei, Silber 489.
Mina (Stadtberge), Kupfer 344, 345.
Minas Geraes, Eisen 111, 165. Mangan 254. Gold 529, 552, *600*, 603, *958*, 1253, 1284.
Mindrineti, Gold 1256.
Minera, Blei 1100.
Mineral del Oro, Gold 688.
Mineville, Eisen 26, *152*.
Minnesota, Eisen 154.
Minong Copper Range, Kupfer 859.
Mino-Owari 498.
Mirabel Bradford, Quecksilber 913.
Misla, Phosphorit 455.
Missoula Gulch, Gold 701.
Missouri, Blei, Zink 1009, *1105*.
Mittelacher, Blei 503, 535.
Mittelberg, Mangan 575.
Mittelburg, Kohle 371.
Mittel-Sohland, Nickel 42.
Mittenwald, Blei 1087.
Mitterberg, Kupfer 832.
Moberg, Kupfer 954.
Modum, Kobalt 269.
Mörsfeld, Quecksilber 894.
Mohilew, Phosphorit 447.
Moho, Zinn 751.
Mohorn, Silber 756, 998.
Mokta-el-Hadid, Eisen *147*, 166.
Mokurop, Diamant 82.
Moldova, Eisen 1143, 1144.
Molina, Schwefel 465.
Molteno, Kohle 371.
Mommel, Eisen 1040.
Mons, Phosphorit 1026.
Mons Peter, Kieslager 298, 299, 303, *304*, *309*.
Montaieu, Eisen 1154.
Montana, Smirgel 169. Eisen 232. Gold 644, *645*. Kupfer 700, 853. Silber 700.
Montauto, Antimon 883.
Montchanin, Steinkohlenflöz 98.
Montchemin, Eisen 114, 166.
Monte Acuto, Kupfer 69.
Monte Agudo, Eisen 145.
Monte Amiata, Quecksilber 901.
Monte Argentario, Mangan 254, *1048*.
Monte Arrubiu, Silber 726.
Monte Beth, Kieslager 284.
Montebras, Zinn, Lithion 934.
Montebuono, Quecksilber 903.
Monte Catini, Kupfer 498, 525, 529, 548, *835*.
Monte Fumacchio, Zinn 1131.
Monte Ghinivert, Kieslager 284.
Monteleone 498.
Monte Mulatto, Kupfer 953.
Monte Narba, Silber 726.
Monteponi, Blei 549, 552, 553, *1095*, 1097.
Monte Rombolo, Kontaktlagerstätten 1155.
Monte Rosa, Gold 652.
Monte Vaso, Kupfer 841.
Montevecchio, Blei 796.
Montgomery, Gold 596, 599. Blei 802.
Monticello, Blei 794.
Montieri, Blei, Silber 819.
Montignat, Antimon 882.
Mont Mitchell, Zinn 1292.
Montoccoli, Kupfer 819.
Moonta, Kupfer 825.
Moosberg, Eisen 193.
Moravicza, Eisen 130, 167, 1142, *1144*.
Morbergsfeld, Eisen 126.
Morenci, Kupfer 1183.
Moresnet, Blei, Zink 538, 1011, *1057*.
Morganton, Gold 596.
Morgenstern, Blei 757.
Morococha, Kupfer 856.
Morro Velho, Gold *602*, 603, 1239.
Morvan, Blei *436*, 437. Phosphorit 450.
Moschellandsberg, Quecksilber 894.
Mossamedes, Gold 606.
Moßgrube, Mangan 244.
Motowilikha, Kupferhütte 389.
Mottram St. Andrews, Kupfer 433.
Moulton-Grube, Silber 701.
Mount Bischoff, Zinn 317, *951*, *1293*.
Mount Garnet, Kupfer 1188.
Mount Lyell, Kieslager 273, *317*, 322, 325, 415, 549.
Mount Margaret, Gold 638.
Mount Morgan, Gold 562, 607, *610*.
Mount Ramsay, Wismut 1187.
Mount Reid, Kieslager 320.
Mount Shamrock, Wismut 875.
Mount Washington, ged. Eisen 67.
Mount Wills, Zinn 948.
Mouzaia, Kupfer 826, 853.
Mozumi, Silber 717.
Mücke, Eisen 1245.
Mühlenbach, Zink 774.
Münster, Raseneisenerz 236.
Münster am Stein, Kupfer 829.
Münsterappel, Quecksilber 895.
Münstertal (Baden), Blei 480, 489, *779*.
Mürtschenalp, Kupfer 835.
Müsen (Kohlen-Zeche), Eisen 228.
Müsen (Siegen), Eisen 475, *846*. Schwefel 552.
Muggrube, Kieslager *298*, 306.
Munga Creek, Antimon 886.
Murchisongoldfeld (Austr.) 607, 638, 640.
Murchison Range, Gold 371, *605*, *630*.
Murcia, Schwefel *465*, 466.
Murray Mine, Nickel, Kupfer 56, 58, 59.
Muszári, Gold 673.
Myslowitz, Eisen 229.
Mysore, Gold 626.
Mytilene, Chromit 37.

Nacimiento-Gebirge, Kupfer 436.
Nacosari, Kupfer 824.
Nades, Antimon 882.
Nadworna, Eisen 196.
Nägelseekar, Blei, Zink 1087.
Näskils, Eisen 144.
Näsmark, Kupfer 954.

Näverhaugen, Eisen 119, *141*, 165, 307.
Nagolschick, Blei 806.
Nagyág, Gold 473, 492, 494, 529, *632*, 636, *1005*. Glauch 524.
Nagy Almás, Gold 675.
Nagybánya, Silber, Gold 525, *661*.
Nakerivara, Eisen 140.
Nakety, Nickel 583.
Namaland, Kupfer 63.
Namaqualand 827.
Nancy, Eisen 214.
Nanzenbach, Nickel 864, *870*.
Nassau, Eisen 176. Mangan 250, 1014, *1017*. Phosphorit 445, *1022*. Silber 721.
Nauborn, Eisen 175.
Nautanen, Kupfer 140.
Navalazaro, Eisen *145*, 166.
Navalostrillos, Eisen 146.
Navassa, Phosphorit 1033.
Naxos, Smirgel 168.
Nebida, Galmei 1097.
Negaunee, Eisen 155.
Nelson, Chromit 39.
Nentershausen, Schwerspat 869.
Nepoui, Nickel 583.
Nertschinsk, Gold 1278.
Nettie-Grube (Butte), Silber 701.
Neuberg (Steiermark), Eisen 188, 192.
Neuberg (Salzburg), Gold 652.
Neubraunschweig, Antimon 885. Kieslager 311. Phosphorit 447.
Neudeck, Blaufarben 739.
Neudorf (Harz), Blei 771.
Neue Hoffnung (Bräunsdorf), Silber 483, *698*.
Neuenbürg, Eisen, 574.
Neufundland, Chromit 40. Kieslager 311. Kupfer 823.
Neugeboren Kindlein, Eisen 573.
Neuhaldensleben, Kupferschiefer 403.
Neukaledonien, Chromit 39. Kobalt 551, *582*, 1247. Nickel 578, *581*.
Neukirch, Kupfer 408.
Neumexiko, Kupfer 436. Bauxit 1244.
Neu-Moldova, Eisen 1143, 1144.
Neuschottland, Kupfer 417. Gold 593.
Neuseeland, Chromit 39. Nickeleisen 65. Gold 382, 607, *613*, 641, *690*. Schwefel 456. Quecksilber 918. Magnetit 1295.
Neustadt, Kupferschiefer 402.
Neustädtel (Sachsen), Silber 738.
Neusüdwales, Gold 70, *607*, 627, 630, 641, 875, 1279. Zink, Blei, Silber 364, 728. Wismut 875. Antimon 886. Quecksilber 918. Zinn 948, 1292. Platin 1288.
Neu Unverhofft Glück (Annaberg) 491.
Neuwied, Alaunton 356.
Nevada, Gold 644. Silber 702.
Nevada City, Gold 592.
Nevjansk, Gold 1276.
New Almaden, Nickel 585. Quecksilber 912.
New Annan, Kupfer 417.
Newcastle (Natal), Kohle 371.
New Chum Mine, Gold 515, 610.
Newcomb, Titaneisen 31.
Newhampshire, Kieslager 311.
New Idria, Quecksilber 893, *912*.
New Jersey, Eisen 150, 152, 153. Mangan, Zink *244*, 247.
Newlands Mine, Diamant *77*, 78, 79.
New York, Nickel 55. Eisen *150*, 153, *205*, 206.
Nicopol, Mangan *259*, 260, 261.
Niederalpel, Eisen 192.
Niederellnbach, Kupferschiefer 406.
Niederkalifornien, Kupfer 361, 385, *439*.
Niedermarsberg, Kupfer *344*, 346, 411.
Nieder-Reinsdorf, Gold 628.
Niederschlesien, Kupfer 391, *408*.
Niederschmottseifen, Kupfer 408.
Niedertiefenbach, Mangan 1017.
Nieves, Silber 711.
Nièvre, Eisen 216. Phosphorit 451.
Niewandtschacht, Kupferschiefer 398.
Nigel Mine, Gold 374.
Nikitowka, Quecksilber 909.
Nikoltschitz, Mangan 256.
Nimmagee, Kupfer 826.
Nischne Nowgorod, Eisen 197. Phosphorit 453.
Nischne Tagilsk, Platin 64, 1284. Eisen, Kupfer 362, 1171.
Nischne Turginsk, Platin 1286.
Nizza (Sizilien), Blei 794.
Nöklingfeld, Gold 631.
Nokutusvara, Eisen 140.
Nonaas, Nickel 49.
Nooitgedacht-Grube, Gold 622.
Nora, Eisen 122, 123.
Norberg, Eisen 119, 120, 122, *126*, 166.
Nordafrika, Eisen 147.
Nordcarolina, Smirgel *32*, 169. Chromit 40. Eisen 152, 232. Kieslager 311. Phosphorit 445. Nickel 584. Gold 595, 596, 598, 600.
Nordeck, Eisen 177.
Nordgippsland, Gold 610.
Nordlandsamt, Eisen 120, *141*. Kieslager 307.
Nordmark, Eisen 120, *130*, 166. Mangan 241, *244*.
Nordstaffordshire, Eisen 230, *231*.
Norfolk, Phosphorit 452.
Normandie, Eisen 185.
Norra Ställberg, Eisen 125.
Norrbotten, Eisenerz 118, *135*, *137*, *138*, 168.
Norrbotten-Grube (Långban), Mangan 243.
Norrland, Seeerz 237.
Northampton, Eisen 219.
Northumberland, Eisen 231. Blei 1098. Verwerfungen 500, 505.
Nouvelles, Phosphorit 1027.
Novara (Oberitalien), Nickel 48.
Novara (Sizilien), Blei 794.
Nučic, Eisen *204*, 444.
Numea, Nickel 583.
Nuorese, Silber 727.
Nutschitz, Eisen *204*, 444.
Nuttlar, Antimon 880.
Nya-Kopparberget, Kupfer 981.
Nya Sulitelma, Kieslager 309.

Nygrufva (Ammeberg), Zink 364.
Nysaeter, Pyrit 1165.

Oathill, Quecksilber 913.
Oberarschitza, Mangan 249.
Oberbachem, Blei 777.
Oberellnbach, Kupferschiefer 406.
Oberer See, Eisen 89, *154*, *160*, 163, 1298. Kupfer 4, 529, *857*.
Obergruna, Blei, Silber 757.
Oberhalbstein, Mangan 253.
Oberharz 472, 473, 476, 505, 513, 517, 520, 523, *718*, *763*, 989, 1039.
Oberkalna, Kupfer 390.
Oberkassel, Alaunton 356.
Oberkaufungen, Alaunton 356.
Obernitz 521.
Oberpfalz, Blei 431.
Oberrosbach, Mangan 263, *1016*.
Oberscheld, Eisen 176.
Oberschlesien, Zink, Blei 1067. Eisen 195, 229, 233. Vitrioltorf 356. Schwefel 463.
Oberungarn, Eisen, Kupfer 848.
Oberwiesenthal, Silber, Kobalt 740.
Ochsenkopf (Sachs.), Smirgel 170.
Ochtina, Eisen 848.
Odenwald, Mangan 1042.
Oderberg (Harz), Nickel, Kobalt 719.
Öblarn, Kieslager 276.
Ödegaarden, Apatit 143, *962*.
Öderan, Blei, Silber 755, 761.
Ödesgrufva, Eisen 134.
Ölsnitz, Zinn 931.
Örebro, Eisen 118, 120, *122*. Mangan 241.
Österby, Eisenhütte 134.
Östergötland, Eisen 118, 237.
Öttingen, Eisen 214. Bohnerze 1250.
Offenbánya, Gold 633, *636*.
Ofleiden, ged. Eisen 67.
Ofoten, Eisen 142.
Ofotenbahn *135*, 138, 310.
Ogdensburg, Mangan, Zink 246.
Ohaeawai, Quecksilber 893.
Ohio, Eisen 205, 232.
Ohlápian, ged. Eisen 67. Gold 1275.
Ohmtal, Eisen 1245.
Ojen, Nickel 62.
Okandeland, Eisenglimmerschiefer 110, 111, 165.
Okerhütte 339.
Okertal, Eisen 178.
Oláhláposbánya, Gold 538, *664*.
Old de Beers, Diamant 76.
Old Telegraph-Mine, Blei 808, 1119.
Old Tennessee Mine, Kieslager 314.
Olkusz, Galmei 1073.
Ollargan, Eisen 1051
Ollomont, Kieslager 285.
Olpe, Quecksilber 890.
Omapere-See, Quecksilber 893.
Onon, Zinn 947.
Ontario, Titaneisen 31. Nickel 55. Eisen *154*, 205. Smirgel 169. Gold 594, 627. Silber, Kobalt 746. Apatit 963.
Ontario-Grube, Blei 1118.
Ontonagon, Kupfer 861.
Ookiep, Kupfer 63.
Oonah, Blei, Zinn 811.
Ophir (Afrika), Gold 606.
Ophir (Kalif.), Gold 592.
Ophir-Berg (Transvaal), Gold 622.
Oporto, Antimon 884.
Oppeln, Eisen 233.
O'Quirrh-Gebirge, Blei, Kupfer 808, 1118.
Ó-Radna, Blei 1088.
Oranje-Fluß, Diamant 74.
Oranje-Staat, Diamant 76. Gold 374.
Oravicza, Kupfer 1143, 1144.
Oregon, Nickeleisen 65. Nickel 577, *584*. Quecksilber 914. Platin 1287.
Orel, Eisenerz 197. Phosphorit 453.
Orenburg, Kupfer 389.
Orense, Zinn 935.
Orijärvi, Kupfer 982.
Ornontowitz. Eisen 229.
Orsowa, Chromit 36.
Oruro, Silber, Zinn 749.
Orzesze, Eisen 229.
Os, Kieslager 297.
Oskar Grube (Stadtberge), Kupfer *344*, 346.
Osnabrück, Kupferschiefer 407. Eisen 1041.
Ostalpen, Eisen 188.
Osterburg, Raseneisenerz 236.
Osterode, Kupferschiefer 402.
Osterweddingen, Phosphorit 455.
Ostindien, Eisen 1246.
Ostjordanland, Phosphorit 453.
Ostseeküste, Eisen 1294.
Ostsibirien, Gold 1278.
Otago, Nickeleisen 65. Gold 613, 1279. Scheelit 958.
Otjimbinque, Gold 70.
Ottawa, Raseneisenerz 236.
Ottoschacht, Kupferschiefer 396.
Otyozonyati, Kupfer 827.
Ouarsensis, Galmei 1090.
Ougney, Eisen 216.
Ouray, Gold, Silber 679.
Ouro Preto, Mangan 254. Gold 552, *601*.
Ovifak, ged. Eisen 67, 85. Diamant 83.
Ovoca-Distrikt, Kieslager 290.
Oxfordshire, Eisen 219.
Ozean-Insel, Phosphorit 1034.

Pachuca, Silber 706.
Painirova, Eisen 140.
Pajsberg, Erdpech 122. Mangan 241, *242*. Eisen 242.
Palästina, Phosphorit 453.
Palamow, Eisen 232.
Palomas, Quecksilber 915.
Panamá, Gold 604. Mangan 1246.
Pandour, Galmei 1061.
Pantelleria 1196.
Pánuco, Silber 711.
Panulcillo, Kupfer 956.
Panzendorf, Kieslager *279*, 322.
Paposo, Kupfer 546, *956*.
Pari, Kupfer 69. Antimon 884.
Pariajirca, Silber 714.
Paris, Bildung von Schwefel 469.
Park City, Blei 1117.
Park of Mines, Zinn 943.
Parkside, Eisen 1048.
Paros, Smirgel 169.
Parral, Silber 712.
Parrott City, Gold, Silber 681.
Partenkirchen, Blei 1087.
Parys-Berg, Kieslager 316.
Passagem, Gold 602, *958*.
Pauline (Thio), Nickel 582.
São Paulo, Titaneisen 27.

Peace River, Phosphorit 1030.
Pedro, Eisen 1150.
San Pedro, Kupfer 1185.
Pedroso, Eisen *145*, 165, 1150.
Peekskill, Titaneisen 32.
Peggau, Blei, Zink 486, *789*.
Peine, Eisen 1296.
Pek-Fluß, Gold 1276.
Peñarroya, Blei 805.
Pennina Grande, Nickel 47.
Pennsylvanien, Chromit 39. Eisen 152, *170*, 186. 232. Kieslager 311. Zink 1111.
Penokee, Eisen 155, *157*.
Perak, Zinn 947, 1290.
Peralillo, Kupfer 956.
Perekeschkül, Mangan 257.
Pereta, Antimon 883.
Perm, Kupfer 88, *388*. Eisen 197.
Pernice, Schwefel 460, 461.
Perry County, Phosphorit 450.
Persberg, Eisen 112, 120, *128*, 166, 168, 362.
Perseverance, Gold 639.
Pershytte, Eisen 124, 166.
Persien, Schwefel 456.
Perticara, Schwefel 461.
Peru, Silber 712.
Pesaro, Schwefel 461.
Pesey, Blei 801.
Pestarena, Gold 652.
Peterboro County, Eisen 154.
Petit-Requin, Blei 560.
Peyrebrune, Blei 799.
Pfaffenberg 771.
Pfalz, Raseneisenerz 236. Kupfer 391. Eisen 574. Quecksilber 894.
Pfannenstiel, Blaufarben 739.
Pfundererberg, Blei, Zink 791.
Philippeville, Galmei 1063.
Philippstein, Eisen 175.
Philippswonne, Eisen 175.
Picardie, Phosphorit 1026.
Picos de Europa, Zink 1093, 1094.
Piemont, Mangan 247.
Pierrefitte, Blei 799.
San Pietro, Mangan 260.
Pilgrimsrest, Gold 622, 1257.
Pillersee, Eisen 188, 192.
Pilotknob, Eisen 141, *1052*.
Pinczye, Eisen 195.
Pinerolo, Kieslager *284*, 322.
Piney Mountain, Nickel 584.
Pinheiro, Kobalt 865.
Pinos, Silber 711.
Pinto, Platin 1288.
Piotrkowice, Schwefel 464.
Pipulgaon, Eisen 150.
Pitkäranta, Eisen, Kupfer, Zinn 362, *1169*.
Pitschen, Eisen 195.
Pittsburg, Eisen 232.
Placilla, Silber 734.
Plaká, Eisen, Blei 1102.
Planches, Eisen 114.
Platten, Blaufarben 739. Kobalt, Silber 744. Zinn 930.
Plauenscher Grund, Syenit 20. Kupfer 41.
Plavischewitza, Chromit 36.
Plazalpe, Mangan 253.
Pleasant Island, Phosphorit 1034.
Pleß, Schwefel 463.
Plettenberg, Galmei 1064.
Plombières, Thermen 1222.
Ploszka, Eisen 185.
Pocahontasgrube, Gold, Silber 683.
Podolien, Phosphorit 444, *447*.
Podrinje, Blei 1089.
Pöbel, Zinn 931.
Poggio di Montone, Kupfer 819.
Poggio Fuoco, Antimon 883.
Poggio Guardione, Kupfer 819.
Poggio Orlando, Schwefel 462.
Poipe, Blei 799.
Pojana ruska, Eisen 184.
Polen, Eisen *195*, 197. Schwefel 464. Zink 1073.
Poliakowskische Berge, Gold 69.
Polk County, Kieslager 311.
Polk-Grube, Kieslager 313, 314.
Polnisch Hundorf, Kupfer 408.
Pommiers, Mangan 576.
Pomoy, Phosphorit 451.
Pontevedra, Zinn 935.
Pontgibaud, Blei 562, *800*, 990. Gasexhalationen 564.
Pontpéan, Blei 797.
Poopó, Kylindrit 751.
Popocatepetl, Schwefel 456.
Poppelsberg, Galmei 1058.
Porács, Eisen 848.
Porco, Silber 750.
Poremba, Eisen 195.
Porkura, Gold 671.
Poro, Nickel 583.
Portage Lake, Kupfer 861.
Porta Westphalica, Eisen 217.
Port Henry, Eisen 152.
Port Macquarie, Kobalt 874.
Portugal, Eisen 145. Kieslager 347. Antimon, Gold 630.
Porvenir, Quecksilber 909.
Poscovi, Zinn 750.
Potosí, Silber, Zinn 489, 558, *748*, 751.
Potrillos, Zinn 946.
Potzberg, Quecksilber 895.
Poullaouen, Blei 798.
Požoritta, Kieslager 288, *289*, 322.
Prabornaz, Mangan 247.
Prager Silurmulde, Eisen *200*, 201, *202*.
Pragtunnel, Blei 431.
Pralorgnan, Mangan 247.
Pranal, Gasexhalationen 564.
Prato, Blei 794.
Prausnitz, Kupfer 408.
Predazzo, Kupfer 41, *953*.
Premier Mine, Diamant 76, 80.
Preobraschenski-Grube (Ural), Gold 620.
Pressath, Blei 431, 432.
Preßnitz, Kobalt, Silber 744.
Pretoria, Diamant 82. Gold 385.
Prettau, Kieslager 280.
Přibram, Blei, Silber 492, 493, 494, 495, 503, 518, 540, 541, *781*, 994, 996, 1198. Schachttiefen 478.
Přičov, Antimon 629, 880.
Privas, Eisen 217.
St. Privat, Eisen 214.
Proszowice, Schwefel 464.
Proutkowitz, Gold, Antimon 628, 880.
Pržići, Eisen 194.
Pschow, Schwefel 464.
Pucará, Quecksilber 917.
Puebla de Guzman, Mangan 252.
Puertecitos, Kupfer 824.
Pützchen, Alaunton 356.
Pulacayo, Silber 750.
Puschkariha, Rhodonit 248.
Putnam County, Eisen 150.
Puy-des-Vignes, Wolframit 935.
Pyrenäen, Mangan 256, 448, *1047*. Phosphorit 444, 447, *448*. Eisen 1045.
Pyrmont, Quelle 1221.
Pyschminsk, Gold 620.

Quebec, Raseneisenerz 236. Kieslager 311.
Quebradillas, Silber 710.
Queensland, Gold 70, 607, *610*, 641. Wismut 875, 950. Zinn 949.
Queluz-Distrikt, Mangan 1246.
Querbach, Zinn, Kobalt 933.
Quercy, Phosphorit 1028.
Querida, Silber, Gold 682.
Quérigut, Eisen 1149.
Questenberg, Kupferschiefer 402.
Quindiù, Quecksilber 917.
Quisacollo, Kupfer 421.
Quitana, Silber 732.

Raab-Grube, Eisen 175, *176*.
Raase, Eisen 180.
Rabenstein (Steiermark), Blei 789.
Rabenstein (Tirol), Blei, Flußspat 790.
Rabotrath, Galmei 1058.
Racalmuto, Schwefel 458, 459, *460*, 461.
Radautal, Nickel 42.
Raddusa, Schwefel 458.
Radmer, Eisen 192.
Radnig, Blei 1084.
Radoboj, Schwefel 457, *464*.
Radowenz, Kupfer 390.
Radzionkau, Galmei 1070.
Raibl, Blei, Zink 499, 503, 538, 539, *1078*.
Rainy Lake, Gold 594.
Rajatz, Chromit 37.
Rakka, Kieslager 315.
Rakkurijoki, Eisen 140.
Raksa, Gold 661
Rammaca, Schwefel 458.
Rammelsberg, Kieslager 88, 96, 97, 99, 100, 105, 107, 265, 273, 296, 301, 304, 313, 325, 326, *329*, *343*, 350, 358. Zinkvitriol 551, 558, 559.
Ramsbeck, Blei, Zink 775.
Ramsberg, Eisen 122.
Ramstad, Nickel 49.
Rancié, Eisen 183, *1045*.
Randjeslaagte-Farm, Gold 386.
Ranen, Eisen 143. Kieslager 309.
Ransberg, Eisen 26.
Rapolano, Mangan 253.
Raposos, Gold *602*, 603.
Rathausberg, Gold 649, 650, 651.
Raudenberg, Eisen 180.
Rauris, Gold 495, *649*.
Rauschenberg, Blei, Galmei 1087.
Real del Monte, Silber 708.
Rebelj, Kupfer 842.
Redding, Kupfer 822.
Redingen, Eisen 214.
Redington, Quecksilber 912.
Red Jacket-Grube, Schachttiefe 478.
Redjang Lebong, Gold 613.
Red Mountain (Alabama), Eisen *205*, 206.
Red Mountain (Colorado), Blei 1117.
Redonda, Phosphorit 1033.
Redruth, Kupfer, Zinn 940. Grubenwasser 557.
Reefton, Gold 613.
Reichelsheim, Mangan 1043.
Reichenau, Eisen 188.
Reichenstein, Arsenikalkies Gold 1136.
Reicher Trost, Arsenikalkies, Gold 1137.
Reichmannsdorf, Eisen 201, 202. Gold 614.
Rein, Quecksilber 899.
Reinbachgraben, Eisen 193.
Remolinos, Kupfer, Gold 956.
Saint-Rémy, Eisen 185.
Renfrew County, Eisen 154.
Reocin, Galmei 1093.
Rettenbach, Eisen 192.
Revda, Nickel 583.
Revere-Grube, Blei 808.
Rézbánya, Blei 1147.
Rhein, Eisengehalt 198. Gold 1275.
Rheinbreitbach, Kupfer 515, 777, *816*.
Rheinhessen, Bohnerze 1251.
Rheinpfalz, Kupfer 391.
Rhenostersspruit, Diamant 82.
Rhode Island, Eisen 26.
Rhön, Phosphorit 1028.
Rhonau, Kieslager 290.
Ricamarie, Steinkohle 98.
Rico, Gold, Silber 680. Blei 1117.
Riddarhytta, Kupfer 981.
Riddles, Nickel 577, *584*.
Riechelsdorf, Kupferschiefer 105, *404*, 415. Kobalt 551, *868*.
Ried Mine, Gold 599.
Rieille, Blei 799.
Riesi, Schwefel 458.
Rietfontein, Diamant 82.
Riffelhorn, Nickeleisen 66.
Rimont, Mangan 256.
Ringerike, Nickel 49. 51.
Ring und Silberschnur 537, 769.
Rio Albano, Eisen 1161.
Rio Marina, Eisen 1161.
Rio-Tinto, Kieslager 265, 292, 304, *347*, *349*, 351, *352*, *353*, 361, 415, 549. Grubenwässer 557.
Rippoldsau, Silber, Blei 780. Kupfer 830.
Robertsville Mine, Eisen 154.
Robinson Mine, Gold 379.
Roccalumera, Antimon 794.
Rocca Tederighi, Kupfer 841.
Rodaito, Silber 732.
Rodna, Blei 499, *1088*.
Rödhammer, Chromit 37.
Röhrerbichl, Kupfer 478.
Römerstadt, Eisen 180.
Röros, Chromit 37. Kieslager 92, 288, 297, *298*, 300, *306*, 322, *323*, 324, 504.
Rösenbeck, Eisen 174.
Rösteberg, Schwerspat 517.
Roffna, Mangan 253.
Romagna, Schwefel 461.
Romanèche, Mangan *576*, 994.
Romsaas, Nickel 49, 50, 51.
Roncegno, Blei 791.
Roodeport, Gold 374.
Sta. Rosalia, Kupfer *439*, 441.
Rosalina, Eisen 145.
Rosas, Blei 797.
Rosenau, Antimon 630. Eisen 848.
Rosenberg, Blei 773.
Rosenhof, Blei 765, 767, *768*.
Rosita Hills, Gold, Silber 682.
Roslawl, Phosphorit 453.
Rostoken, Eisen 848.
Roßland, Gold 623.
Roßwein 697, 761.
Rota, Gold 664.
Roter Kamm, Eisen 487, 501.
Rothsohl, Eisen 192.
Rotrasten, Quecksilber 895.
Rottleberode, Kupferschiefer 402.
Rottorf, Eisen 208.
Roudny, Gold 615.
Routivare, Eisen 30.
Rowno, ged. Eisen 67.
Rozsdan, Antimonit, Realgar 551.
Ruda (Schlesien), Eisen 229.
Ruda (Siebenbürgen), Gold 525, 633, 673, *674*, 1006.

Rudelstadt, Blei, Silber 816.
Rudnik, Blei, Kupfer 1089.
Rudolfsgrube, Eisen 230.
Rudolfstadt, Blei 789.
Rümelingen, Eisen 214.
Ruhleben, Alaunton 356.
Ruhrkohlenbecken, Eisen 227.
Rumpelsberg, Mangan 575.
Runkel, Silber, Kupfer 721.
Russaja, Eisen 113.
Ruszkitza, Eisen 185.
Rybnik, Schwefel 463.

Saalfeld, Kupferschiefer 403. Kupfer, Eisen 558, *831*, *1039*.
Saarbrücken, Eisen 227.
Saarlouis, Kupfer 427.
Sabanke, Mangan 253.
Sadisdorf, Zinn, Kupfer 931.
Sätersdalen, Nickel 49, *52*. Kupfer 954.
Sagron, Quecksilber 900.
Sain-Bel, Kieslager *294*, 322, 325.
Sakamody, Galmei 1091.
Sala, Blei, Silber 1166.
Salair, Blei 812.
Salamanca, Zinn 935.
Salangen, Eisen 142.
Salem, Eisen 150.
Salisbury Mine, Gold 378.
Saloniki, Chromit 37.
Salten, Eisen 143.
Salzburg, Eisen 192.
Salzgitter, Eisen *220*, 224.
Sandy, Phosphorit 452.
Sangerhausen, Kupferschiefer 105, 394, *395*, *402*. Nickel 868.
Sangesur, Kupfer 821.
Santander, Eisen 1051. Zink 1093.
Santiago, Eisen 1186. Mangan 1187.
Sanza, Antimon 1130.
Sarakaja, Schwefeleisen 357.
Saramacca. Gold 1256.
Saratow, Phosphorit 453.
Sarawak, Antimon 887. Quecksilber 917.
Sardinien, Mangan 260. Silber 726.
Sargans, Eisen 181.
Sarntal, Blei 529, *790*.
Sarrabus, Silber *726*, 797.
Saskipotok, Eisen 194.
Sasso d'argento, Blei 791.
Sasurskische Wälder, Eisenerz 197.
Saualpe, Eisen 1035.
Sauberg, Zinn 473, 475, 521, *929*.
Sauce, Wolframit 945.
Sava, Eisenhütte 253.
Sayda. Kupfer 814.
Scabbiano, Kupfer 819.
Schäbenholz, Mangan 250.
Schäferberg, Quecksilber 894.
Schäfferötz, Eisen 193.
Schapbachtal, Blei, Kupfer 699, *780*, 830. Gneis 1197.
Scharfenberg, Silber 756, 759, *761*. Mineralquelle 1220.
Scharley, Zink 1070, 1071.
Schattberg, Kupfer 834.
Schauinsland, Blei 779.
Schaumburg-Lippe, Eisen 207.
Scheibenberg, Silber, Kobalt 740.
Schellerhau, Zinn 23, *928*.
Schellgaden, Gold 616.
Schemnitz, Gold, Silber 472, 483, 503, 522, 529, 558, 647, *653*, 994.
Scheuern, Blei 774.
Schiich, Schwefel 467.
Schittrisberg 504.
Schladming, Fahlbänder 268. Kobalt, Silber 866.
Schlaggenwald, Zinn 932.
Schlaining, Antimon 552, *881*.
Schlangenberg, Blei, Silber 812.
Schleifsteinstal, Blei, Nickel 771, *869*.
Schleiz, Gold 628.
Schlesien, Eisen 180, *195*, *196*, *229*, *230*, 236. Gold 615.
Schluckenau, Nickel 42.
Schmalgraf, Blei, Zink 538, *1060*, 1061.
Schmalkalden, Eisen 1011, *1040*.
Schmiedeberg, Eisen 167, *1135*.
Schmiedefeld (Meiningen), Eisen 199, *201*, *202*.
Schmiedefeld (Schmalkalden), Eisen 1140.
Schmöllnitz, Kieslager *285*, 288, 301, 322, 326, 328. Grubenwasser 557.
Schneeberg (Sachsen), Kobalt, Silber 481, 489, 518, 538, 542, 551, *737*. Quecksilber 894. Zinn 930.
Schneeberg (Tirol), Zink 362, *982*.
Schobüll, Kupfer 411.
Schönbach, Quecksilber 894.
Schönberg (Böhmen), Gold, Antimon 628.
Schönborn, Blei 473, 522, 537.
Schönbrunn, Flußspat 830.
Schönecken, Eisen 206.
Schönfeld, Zinn 932.
Schottland, Eisen 230, *231*.
Schuida, Eisen 187.
Schukruti, Mangan 258.
Schulenberg, Blei 499, 767, 769.
Schupbach, Mangan 1017. Phosphorit 1022.
Schwarza, Gold 614, 1275.
Schwarzenbach, Blei 1085.
Schwarzenberg (Sachsen), Eisen 167, 573, *1137*. Smirgel 170. Arsenkies, Blende 362, *1137*. Zinn 930.
Schwarzenberg (Schlesien), Chromit 35.
Schwarzes Kreuz, Eisen 208.
Schwarzes Meer, Mangan-knollen 262. Schwefeleisen 359. Schwefelbakterien 470.
Schwarzkosteletz, Kupfer 391.
Schwarzleothal, Nickel 871.
Schwarzwald, Nickel 46. Blei, Silber, Kupfer 542, 753. Eisen 574.
Schwarzwalde, Eisen 230.
Schwarzwasser, Gold 1275.
Schwarzwassertal 522.
Schwaz, Eisen 188. Kupfer 851.
Schwedler, Eisen 848.
Schweidrich, Nickel 42.
Schweina, Kupferschiefer 105, *404*. Kobalt 868.
Schwelm, Galmei 1064.
Schwemsal, Alaunton 356.
Seehundsklippen, Kupfer 411.
Seeland, Schwefeleisen 358.
Seental, Eisen 1245.
Segen Gottes (Zwittermühl) 522.
Segré, Eisen 170.
Seibersbach, Mangan 1018.
Seiffen, Blei, Kupfer, Zinn 756, *931*.
Seitendorf, Eisen 181.
Selangor, Zinn 947, 1291.
Selbeck, Blei 778.

Sĕlinta, Greisen 948.
Sella bassa, Nickel 47.
Seltschan, Antimon 629.
Senftenberg, Raseneisenerz 236.
Senjen, Nickel 49.
Seravezza, Blei 794. Quecksilber 905.
Serbien, Chromit 37. Mangan 253.
Serra Araçoyaba, Eisen 111.
Serrabottini, Kupfer 819.
Serra de Curral, Gold 602.
Serra de Piedade, Gold 602.
Serra do Espinhaço, Gold 600, 602.
Serrania de Ronda, Eisen 146.
Serre d'Azet, Mangan 249.
Servola, Eisenhütte 194, 252.
Sesiatal, Nickel 47.
Setif, Phosphorit 454.
Seven Devils, Kupfer 1185.
Sevilla, Eisenerz *145*, 147. Kieslager 347.
Seward-Halbinsel, Gold 1283.
Shaw Mine, Gold 592.
Sheba Mine, Gold 605.
Shropshire, Eisen 231.
Sidi-Rgheiß, Antimon 1129.
Siebenbürgen, Eisen 184. Kieslager 288, *289*. Gold 382, *633*, *665*.
Siebenlehn, Silber 697, 756.
Siegerland, Eisen 110, 473, 542, 544, 564, 569, *843*, 994. Kobalt, Nickel *847*, 867.
Siegsdorf, Eisen 221.
Siele, Quecksilber 893, *903*, 905.
Siena, Schwefel 462.
Sierra Alhamilla, Eisen 1051.
Sierra Almagrera, Blei, Silber 541, *729*.
Sierra Alpujata, Nickel 62.
Sierra Bermeja, Nickel 63.
Sierra da Piedade, Eisen 110.
Sierra de Bédar, Eisen 1051.
Sierra de Córdoba, Wolframit 945.
Sierra de Enmedio, Eisen 1051.
Sierra de la Alcudia, Blei 805.
Sierra Famatina, Enargit 552, *857*. Kobalt 867.
Sierra Gador, Schwefel 466.
Sierra Gorda, Blei 552.
Sierra Guadalajara, Silber 729.
Sierra Nevada, Gold 590.
Sierra Overa, Gold 690.
Sierra Umango, Kupfer 857.
Siewierz, Eisen 195.
Siglitz, Gold 649.
Sikinos, Smirgel 169.
Silberberg (Bayern), Kieslager 967.
Silberberg (Schleiz), Gold 628.
Silberleithen, Zink 1086.
Silberpfennig, Gold 649.
Sillacasa, Quecksilber 917.
Sillian, Kieslager 279.
Silver City, Gold, Silber 686.
Silver Cliff, Gold, Silber 682.
Silver Islet, Gasexhalation 565. Silber 565, *728*.
Silver Reef, Silber *434*, 436.
Silverton, Silber 364.
Simbabye, Gold 606.
Simbirsk, Eisen 197.
Simplon, Gold 653.
Simsk, Eisenhütte 187.
Sinai, Phosphorit 453.
Sinclair-Grube, Kupfer 827.
Singhbhum, Kieslager 315.
Sinjako, Eisen, Kupfer 850.
Siphnos, Blei 1104.
Siskiyou County, Gold 1282.
Sitariuz-Berg, Blei, Quecksilber 792.
Sixes Mine, Gold 596.
Sizilien, Schwefel 456, *457*, *461*, *468*, 469.
Sjangeli, Kieslager *310*, 322.
Sjögrufvan, Mangan 241.
Skärstöten, Eisen 129.
Skandinavien, Nickel 48. Eisen *115*, 164. Phosphorit 446.
Skjäkerdalen, Nickel 49.
Skötgruben, Eisen 125.
Skole, Eisen 196.
Skreiagebirge, Eisen 1165.
Skuterud, Kobalt 269.
Skyros, Chromit 37.
Slatinsk, Eisenhütte 187.
Slovinka, Eisen 849.
Smaalenene, Nickel 49, 50.
Småland, Seeerz 237. Kobalt 272.
Smejinogorsk, Blei, Silber 812.
Smolensk, Phosphorit 453.
Smreka, Eisen 194.
Smuggler-Grube, Gold, Silber 682.
Smyrna, Chromit 39. Antimon 885.
Snailbeach Mine, Blei 988.
Snarum, Kobalt 269.
Soanatal, Antimon 884.
Socratesgrube, Quecksilber 890.
Soden, Kupferschiefer 406.
Södermanland, Eisen 118, *135*, 237.
Söhlde, Eisen 1297.
Sölenhai, Eisen 208.
Soemalata, Gold 613.
Soggendal, Titaneisen 29.
Sohland, Nickel 42.
Soimonowsk, Kupfer 1177.
Solberg, Eisen 120, 141.
Solowiew-Berg, Platin 65.
Sombrerete, Silber 711.
Sombrero, Phosphorit 1033.
Sommatino, Schwefel 458. Cölestin 459.
Sommerhalde, Eisen 192.
Sommerkahl, Kupfer 1192.
Sonnblick, Gold 649.
Sonora, Antimon 1130.
Sonthofen, Eisen 222.
Sorbatal, Nickel 47.
Sosnowka, Mangan 256. Platin 1287.
Soudan, Eisen 1298.
Soureza, Blei, Eisen 1102.
South Mountains, Gold 596.
Spachendorf, Eisen 180.
Spanish-Mine, Blei 808.
Spessart, Kupferschiefer 406.
Spich, Alaunton 356.
Spiennes, Phosphorit 1027.
Spiliazesa, Blei, Eisen 1102.
Spitskop, Gold 622.
Spitzberg, Blei 431.
Spitzenberg, Eisen 104, 168, 173, *178*.
Spreewald, Raseneisenerz 236.
Srebrenica, Grubenwasser 556. Blei 753, *793*.
Ssedelnikowaja, Rhodonit 247.
Stade, Kupfer 411.
Stadtberge, Kupfer *344*, 346, *411*.
Ställberg, Eisen 120, 125.
Stäteberg, Kupfer 409.
Staffel, Phosphorit 1023, 1024.
Staffelstein, Eisen 212.
Staffordshire, Eisen 231.
Stahlberg (Müsen), Eisen 475, *846*.
Stahlberg (Pfalz), Quecksilber 894.
Stahlberg (Thüringen), Eisen 1040.
Stallberg, Blei 431.
Standenbühl, Kupfer 391.
Stang, Nickel 49.
Stanitz, Eisen 233.
Stanthorpe, Zinn 949.

Stara-Korczyn, Schwefel 464.
Starckenbach, Kupfer 389.
Staßfurt, Schwefel 456.
Staten Island, Eisen 150.
Staufen, Blei, Zink 1087.
Steamboat Springs 1223.
Steben, Kupfer 829. Nickel 867.
Steiermark, Eisen 110, 182, 188, *189*. Kieslager 275.
Steinbach, Eisen 177.
Steinbrück, Blei 792, 793.
Steinfeld, Blei, Kupfer 719.
Steinheid, Gold 614.
Steinhöhe, Zinn 930.
Steinsberg, Kupfer 427, 430.
Stendal, Raseneisenerz 236.
Stenn, Eisen 573.
Sterling Hill, Mangan, Zink 244, *246*.
Sternberg, Eisen 180.
Steynsdorp, Gold 605.
Stieldorf, Alaunton 356.
Stiftsberg, Blei 431.
Stiller Ozean, Manganknollen 262.
Stobie Mine, Nickel, Kupfer 58, 59.
Stockholm, Eisen 118.
Stolberg (Aachen), Blei, Zink 558, *1061*.
Stolberg (Harz), Flußspat 569, *830*.
Storagrufva (Persberg), Eisen 130.
Storagrufva (Ytterö), Kieslager 307.
Storch und Schöneberg, Eisen 473, *846*, 847.
Stordö, Kieslager 297.
Stormberg, Kohle 371.
Storvartsgrube, Kieslager 298, 306.
Storrymningen (Dalkarlsberg), Eisen 124.
Storrymningen (Dannemora), Eisen 134.
Straßberg, Flußspat 569, *830*.
Strempt, Blei 424.
Striberg, Eisen 119, *123*, 143, 165.
Střibro, Blei 786.
Striegis, Gold 1275.
Stripa, Eisen 119. *124*.
Stromberg, Mangan 1017.
Strossa, Eisen 124.
Strullos, Mangan 260.
Suberbieville, Gold 1257.
Sudbury, Nickel, Kupfer 45, 46, *55*. Platin, Iridium, Palladium 46.
Sudeten, Eisen 180.
Südafrika, Gold 369. Geologie 371, 372.
Südaustralien, Gold 641.
Südcarolina, Eisen 110, 111, 165. Gold 595, 596, 600.
Süddakota, Gold 644.
Südstaffordshire, Eisen 231.
Südwales, Versteinerungen auf Gängen 525.
Sülbeck, Quecksilber 890.
Suffolk, Phosphorit 452.
Sugana-Tal, Blei 791.
Sugatowsk, Kupfer 821.
Sugaya, Eisen 1295.
Sukarrhas, Phosphorit 454.
Sukeevo, Schwefel 457.
Sulitelma, Kieslager 297, 298, 299, 303, *307*, 322, 323.
Sulphur Bank, Quecksilber 911. Thermen 1224.
Sulphur Springs 911.
Sulzbach, Eisen 1043.
Sumatra, Gold 613.
Summit-Distrikt, Gold, Silber 681.
Sunbury, Antimon 886.
Sunda-Inseln, Schwefel 456.
Surinam, Gold 604, 1254, 1256.
Surrey, Eisen 232. Phosphorit 451, 452.
Sussex, Raseneisenerz 236. Phosphorit 451, 452.
Su Suergiu, Antimon 883.
Svappavara, Eisen 138. Kupfer 140.
Svartdalen, Gold 617, *957*.
Svenningdal, Blei 806.
Swakop-Fluß, Kupfer 827.
Swarhaub, Gold 70.
Swasiland, 371. Zinn 952.
Swinhöft, Schwefelkies 356.
Swoszowice, Schwefel 457, *462*, 463.
Sydney, Gold 1279.
St. Symphorien, Phosphorit 1027.
Szaszka, Kupfer 1143.
Szirk, Eisen 848.

Taberg, Eisen *25*, 164.
Tafone, Antimon 883.
Taghit, Quecksilber 890.
Tagli, Mangan 257.
Tajova, Arsen 888.
Talgraben, Blei 790.
Tamarack-Grube, Kupfer 863.
Tamarugal, Blei 550.
Tamaya, Kupfer 548, *956*.
Tambow, Phosphorit 453.
Tamerza, Phosphorit 454.
Tampa, Phosphorit 1029.
Tampadel, Chromit 35.
Tapets, Schwefel 464.
Tarn, Phosphorit 448.
Tarnowitz, Blei, Zink 558, *1067*.
Tasco, Silber 711.
Tasmania, Kieslager 317. Gold 641. Zinn 950, *951*, *1293*.
Tasna, Wismut 551, 751, *876*.
Tatra, Gold, Antimon 629.
Taunus, Eisenglimmerschiefer 110.
Taviches, Gold 688.
Tavistock, Kupfer 943.
Taylor Mine, Mangan, Zink 247.
Tebessa, Phosphorit 454, 455.
Teesdale, Blei 1098.
Tekerö, Gold 666.
Telek, Eisen 185.
Teliouïne, Kupfer 853.
Telluride, Gold, Silber 476, *681*.
San Telmo, Kieslager 350, 352, *354*.
Temescal, Zinn 944.
Temiskaming-See, Silber, Kobalt 746.
Temlouka, Galmei 1091.
Temperino. Kontaktlagerstätten 362, *1155*.
Tenmile, Silber, Blei 1116.
Tennessee, Eisen 186, 311. Kieslager 311. Phosphorit 447, *449*, *450*.
Tenterfield, Zinn 1292.
Teocaltiche, Zinn 946.
Ter-Gebiet, Bleiglanz 1260.
Tergove, Eisen, Kupfer 850.
Terlingua, Quecksilber 915.
Terra nera, Eisen 1161.
Teruel, Schwefel 466.
Teschen, Eisen 94, *196*.
Teufelsgrunder Gang, Blei 480, *780*.
Teutoburgerwald, Eisen 94, *196*, *207*.
Texas, Kupfer 417.
Texas (Penns.), Nickel 585. Quecksilber 914. Zinn 944.
Thalitter, Kupfer 344, *411*.
Thames-Revier 690.
Tharandt, Silber 756.
Tharsis (Spanien), Kieslager 347, 350, *353*, 355.
Tharsis-Lager (Tasmanien), Kieslager 318, *319*.

Thelemarken, Kupfer, Gold 486, 509, 617, *954*, *957*.
Theta-Grube, Gold 622.
Theuma, Quarzgänge 1212.
San Thiago, Eisen 145.
Thio, Nickel, 582.
Thorbjörnsboe, Eisen 144.
Three Rivers, Seeerz 236.
Thüringen, Kupferschiefer 87, 91, 95, 106, *391*, *393*, *403*, *404*. Eisen *200*, *201*, 224. Mangan 240, *575*. Gold 614. Flußspat 829.
Tiëbaghi-Gebirge, Chromit 39.
Tiefenbach, Phosphorit 1022. Mangan 1017.
Tiflis, Mangan 257.
Tilly Foster Mine, Eisen *150*, 166.
Tilt Cove, Kupfer 823.
Timor, Chromit 39.
Tinaroo, Zinn 949.
Tinetzky-See, Schwefeleisen 359.
Tinos, Chromit 37.
Tintic-Distrikt, Blei, Silber, Kupfer 1120.
Tinzener Ochsenalp, Mangan 253.
Tireh, Smirgel 169.
Tirol, Kieslager 275.
Tlalpujahua, Gold 688.
Toennichen, Eisen 179.
Tolfa, Arsen 887. Eisen 1164.
Tolgen, Kieslager 297.
Tonopah, Silber 703.
Toplicza, Gold 666.
Totos, Gold 665.
Totsugawa, Antimon 886.
Tower, Eisen 1298.
Tragöß, Eisen 192.
Transbaikalien, Gold 1277.
Transkaspien, Schwefel 467.
Transvaal, Diamant 82. Gold 106, *369*, *371*, *604*, *620*, 1268. Geologie 371, 372. Zinn 952.
Trappensee, Blei 431.
Traz os Montes, Gold, Antimon 630. Zinn 936.
Traversella, Eisen 167, *1150*.
Travers Mine, Nickel 59.
Treadwell Mine, Gold 594.
Tres Cruces, Zinn 750.
Tres Puntas, Silber 550, *734*.
Tresztya, Gold 671.
Treublitz, Eisen 180.
Trgove, Eisen 185.
Trockenberg, Blei 1070.
Trojcza, Gold 671.
Tromö-Sund, Eisen 144.
Trondhjem, Kieslager 290, 297, 298, *306*.
Tronfjeld, Kieslager 297.
Trucco della Chiara, Mangan 247.
Trumbull, Wolframit 945.
Truskawiec, Blei, Schwefel 552.
Trzebinia, Galmei 1073.
Trzebycka, Eisen 195.
Tschamluk, Kupfer 442.
Tschardy, Chromit 39.
Tschatalja-Dagh, Chromit 39.
Tschchikfta, Mangan 257.
Tscheleken, Schwefeleisen 357.
Tscheliabinsk, Gold 626.
Tschiatura, Mangan *257*, 259.
Tschudack, Kupfer 821.
Tschusowaja, Platin 64.
Tulameen-Fluß, Platin 1287.
Tulmeen-River, Platin 65.
Tunaberg, Kobalt 1168.
Tunis, Phosphorit 454. Galmei 1091.
Tuolluvara, Eisen 140.
Tuolumne County, Gold 591.
Tupaltupal, Kupfer 421.
Tura, Platin 1286.
Turcz, Gold 661.
Turjinsk, Kupfer 1176. Eisen 1179. Platin 1286.
Turkestan, Eisen 1179.
Turmhof 758.
Turtmanntal, Nickel, Kupfer 871.
Tuscarawas-Tal, Eisen 232.
Tweed-Fluß, Gold 1279.
Twiste, Kupfer 430.
Tysnaesö, Kieslager 297.

Übelbach, Blei, Zink 790.
Ugib, Kupfer 63.
Uifak, ged. Eisen 67, 85. Diamant 83.
Umberg, Kieslager 276.
Um Rus, Gold 606.
Uncompahgre-Gebirge, Gold, Silber 681.
Undal, Kieslager 297.
Unter-Ballygahan-Grube, Kieslager 291.
Unterharz, Eisen 178. Blei 771.
Unterpetzen, Blei 1085.
Unterried, Kieslager 971.
Upsala, Eisen 118.
Uranus, Eisen 175.
Urbino, Schwefel 461.
Urigum-Grube, Gold 627.
Urus, Eisensalze 357.
Usambara, Eisensand 1294.
Usseglio, Kobalt, Nickel 873.
Ussis, Gold 632, 827.
Uszica, Phosphorit 447.
Utah, Silber 434. Gold 644. Blei 1117.
Utica, Eisen 205.
Utö, Eisen 119, 120, 122, *135*.

Vaal-Fluß, Diamant 74.
Välimäki, Eisen 27.
Värdalen, Nickel 49.
Vagliagli, Schwefel 462.
Vajda Hunyad, Eisenhütte 185.
Valahejen-Grube, Kieslager 307.
Val Antrona, Gold 652.
Val Anzasca, Gold 652.
Val Barbina, Nickel 47.
Valdaspra, Blei, Kupfer 819.
Valdeazogues, Quecksilber 907.
Val delle Pisse, Gold 652.
Val di Cecina, Kupfer *835*, 841.
Val di Scalve, Eisen 193.
Val di Seriana, Eisen 193.
Val d'Ossola, Gold 652.
Valea Arszuluj, Gold 674.
Valeamori, Gold 674.
Valea Sacca, Wismut 1148.
Valenciana, Silber 709.
Valfleury, Antimon 882.
Valguernera, Schwefel 458, 461.
Vallalta, Quecksilber 900.
Vallon Crò, Kieslager 284.
Valmaggia, Nickel 47.
Valsesia, Nickel 47. Gold 652.
Valsorba, Nickel 47.
Valsugana, Blei 791.
Val Toppa, Gold 652.
Valtrompia, Eisen 193.
Vamfalu, Gold 661.
Vancouver, Kupfer 1185.
Van Mine, Gasexhalationen 565. Blei 803.
Varaldsö, Kieslager 297, *298*, *306*, 322.
Varallo, Nickel 45, *47*.
Vareš, Chromit 36. Eisen 193.
Vaskö, Eisen 1142, *1145*.
Vaucluse, Schwefel 464.
Vaulry, Zinn 485, *934*, 1289.
Vegetable Creek, Zinn 489, *949*, 1292.

St. Veit a. Glan, Kieslager 275.
Veitsch, Eisen 188, 192.
Velestino, Chromit 37.
Vena, Kobalt 271.
Vence, Eisenerz 114.
Venediger, Titanformation 961.
Venezuela, Gold 604.
Venterskron, Gold 374.
Vereeniging, Kohle 371.
Vereinigte Staaten, Kupfer 355.
Vereinigt Feld, Blei, Kupfer 757, 758, 759.
Verespatak, Gold 485, 529, 633, *667*. Glamm 524.
Veresviz, Gold 661.
Verger, Zink 799.
Vermilion Mine, Platin 58, 59.
Vermilion Range, Eisen 155, *158*, 163.
Vermont, Eisen 186. Kieslager 311, *315*, 322.
Veslegruben, Nickel 49.
Vesuv, Sublimationen 439.
Veta Cantera, Silber 475.
Veta Madre, Silber 473.
Vialas, Blei 799.
Vichy, Quelle 1221.
Vicinella, Nickel 45.
Victoria County, Eisen 154.
Victoria-Grube (Weser), Eisen 217.
Victoria Mine (Bendigo), Gold 610.
Viento Frio, Mangan 1246.
Vierzehnheiligen, Eisen 212.
Vierung, Zinn 929.
Vigneria, Eisen 1161.
Vigsnäs, Kieslager 297, *298*, *299*, *307*, 322.
Vigunsca, Mangan 253.
Vigunšica, Mangan 253.
Viker, Eisenerz 120, *125*, 166.
Viktoria, Gold 70, 477, 509, 607, *608*, 641, 1278. Antimon 886. Zinn 948.
Villacher Alpe, Eisen 1295.
Villacidro, Blei 795.
Villarosa, Schwefel 458, 461.
Villeder, Zinn 485, *934*.
Villefranche, Eisenglimmerschiefer 110. Blei 799.
Villerange, Antimonit 882.
Villeveyrac, Bauxit 1244.
Vinchos, Silber 715.
Virensee, Seeerz 235.
Virginia, Eisen 152, 186. Kieslager 311, 315. Gold 595, 599, 600. Zinn 945. Zink 1111.
Virginia City, Gold, Silber 473, *675*.
Virneberg, Kupfer 816.
Vitrey, Phosphorit 451.
Vlatten, Kupfer 423, 425.
Vöhl, Mangan 251.
Vogelstrauß, Eisen 177.
Vogtland, Phosphorit 446. Eisen 573.
Voigtsberg, Silber 756.
Volo, Chromit 37.
Volpersdorf, Eisen 230.
Vordernberger Erzberg, Eisen 189, 191.
Vorsehung Gottes-Grube, Gold 665.
Vranjkovce, Mangan 1241.
Vromopusi, Blei, Eisen 1102.
Vulcano, Sublimationen 439, 1208. Schwefel 456.
Vulkoj, Gold 671.
Vyhorlat-Gebirge, Gold 661.

Wagonga, Gold 607.
Wahsatch-Gebirge, Blei 1117.
Waihi-Goldfeld 690.
Wainad, Gold 627.
Waitekauri-Goldfeld 690.
Waldeck, Eisen 174. Kupfer 344, *411*, 430.
Waldenburg, Eisen 230.
Waldgirmes, Eisen 1017.
Waldmichelbach, Mangan 1043.
Waldshut, Blei 780.
Wales, Eisen 230. Mangan 256. Phosphorit 446, 447. Gold 617.
Walhalla, Gold 607, 610.
Walkenried, Kupferschiefer 402.
Wallace Mine, Nickel 56.
Wallaroo, Kupfer 825.
Wallerfangen, Kupfer 426, *430*.
Wallis, Eisenerz 114, 217.
Walsh-Distrikt, Zinn 949.
War Eagle Mountain, Gold, Silber 687.
Warmbrunn, Quelle 1221.
Washoe-Gebirge, Gold, Silber 676.
Wassau, Gold 606, 1269.
Wasseralfingen, Eisen 210.
Wassy, Eisen 221.
Wayne County, Eisen 150.
Weardale, Eisen 1049. Blei 1098.
Webb City, Zink 1107.
Webster, Nickel 584.
Weenzen, Schwefel 456.
Wehrshausen, Kupferletten 411.
Weigattfjord, ged. Eisen 68.
Weilburg, Eisen, Mangan 173, *176*, 1020. Phosphorit 1023.
Weilersbach, Blei 779.
Weiler-West, Mangan 1018.
Weilmünster, Silber 721.
Weinahr. Blei 774.
Weinböhla, Sandsteingang 523.
Weipert, Silber, Kobalt 744, 1005.
Weißer Hirsch, Silber 738.
Welfsholz, Kupferschiefer 398.
Welkenraedt, Blei, Zink 1058.
Wellatal, Kieslager *278*, 322.
Wellmich, Blei 772, 773.
Wemmer Mine, Gold 384.
Wenzelgang, Silber 492, *721*.
Werch Issetsk, Rhodonit 248.
Werfen, Eisen 193.
Werlau, Blei 772, 773.
Wermland, Eisen 118, *128*, *130*. Mangan 241.
Wernersdorf, Kupfer 390.
Wesergebirge, Eisen 87, 196, *217*.
Wesselton Mine, Diamant 76, 79.
Wesserling, Kupfer 817.
Westaustralien, Gold 607, 632, *637*, 641. Zinn 949.
Westeregeln, Vitriolerz 356.
Westerwald, Eisen 233.
West-Griqualand, Diamant 74.
Westindien, Schwefel 456.
Westmanland, Eisen 118, *126*.
Westmoreland, Blei 1098.
Westsibirien, Gold 1277.
Wettin 394.
Wetzlar, Eisen 173, *174*. Mangan 250.
Wheal Coates, Zinn 942.
Wheal Uny, Zinn 941.
Wheatley Mine 552.
Whitehaven, Eisen 1048.
White Hills, Silber, Gold 682.
Whroo, Antimon 886.
Wichita County, Kupfer 417.
Wicklow, Kieslager *290*, 322, 325.
Wieda, Zinnober 889.

Wiederstedt, Kupferschiefer 394.
Wiesbaden, Thermen 1221.
Wiesenbad, Quelle 1228.
Wiesloch, Galmei 538, *1065*.
Wija, Platin 1286.
Wildbad, Quelle 1220.
Wildemann, Blei 763.
Wilgespruit, Gold 385.
Wilhelmsburg, Kupferschiefer 405.
Wille Gottes Grube, Gold 623.
Willyama, Zink, Blei, Silber 364.
Wimmelburg, Kupferschiefer 394.
Winden, Blei 774.
Windgällen, Eisen 216.
Windingsberg, Eisen 193.
Windschacht, Gold, Silber 504.
Wingertsberg, Eisen 177.
Winkel, Schwefeleisen 356.
Winsburg, Diamant 82.
Wis, Kupfer 842.
Wisconsin, Eisen *154*, 205. Zink, Blei 1109.
Wissen, Blei 774.
Witkowitz, Eisenhütte 196, 197.
Wittichen, Kobalt, Silber 699, *745*.
Witwatersrand, Gold 89, 106, 265, 266, *369*, *385*.
Wjatka, Eisen 197.
Wladimir, Eisen 197.
Wochein, Bauxit 1244. Eisen 1295.
Wölsendorf, Flußspat 474.
Wohlverwahrt, Eisen 217.
Wolferode, Kupferschiefer 398.
Wolfgang Maaßen, Kobalt, Silber 489, 738, 739.
Wolfsberg, Antimon 879.
Wolhuter Mine, Gold 378.
Wolhynien, Raseneisenerz 235.
Wolkenstein, Quelle 1228.
Wollau, Blei 432.
Wollin, Schwefelkies 356.
Wolmirsleben, Phosphorit 455.
Wolmirstedt, Raseneisenerz 236.
Wologda, Eisen 197.
Wormketal, Eisen 180.
Woronesch, Phosphorit 453.
Wrbitz, Blei 788.
Wrightsboro, Gold 598.
Würbenthal, Gold 615.
Württemberg, Eisen 87, 88, *210*. Blei 431.
Würzberg, Eisen 175.
Wunnenstein, Blei 431.
Wurzelberg, Gold 614.
Wyalong, Gold 607.
Wyoming, Zinn 24. Eisen 232. Platin 1287.
Wyssokaia, Eisen 32, 141, *1171*.

Yavapai, Kupfer 1184.
Yellville, Zink, Blei 1109.
Ylipäsnjaska, Eisen 140.
Yonne, Phosphorit *450*, 451.
Yorkshire, Eisen 231. Blei 490, *1098*.
Ytterö, Kieslager 297, 298, *307*.
Yuba-Fluß, Gold 1281.
Yukon-River, Gold 1282.
Yulgibar, Quecksilber 918.
Yuruari, Gold 604.

Zacatecas, Silber 475, *710*.
Zajaca, Antimon 1129.
Zajcev, Quecksilber 512.
Zalamea, Mangan 252. Antimon 884.
Zalatna, Silberhütte 670. Gold 633.
Zalence, Eisen 229.
Zarza, Kieslager 347, *353*. Apatit 936.
Zavadka, Eisen, Kupfer 848.
Zeda-Rgani, Mangan 258.
Zeehan, Blei, Silber 317, *809*.
Zell, Gold 616.
Zellerfeld, Blei 497, 537, 558, *763*, 765—770.
Zenith, Blei, Silber 488.
Zielona, Schwefel 463.
Zillertal, Gold 616.
Zinnwald, Zinn 509, *927*.
Zips, Kieslager 285.
Zirianowsk, Blei 812.
Zirknitztal, Kieslager 650.
Zobtengebirge, Chromit 34.
Zorge, Eisen 572.
Zoutpansberge, Gold 371, *605*.
Zsakarócz, Eisen 850.
Zwenkau, Phosphorit 455.
Zwickau, Kupfer 41. Eisen 227. Verwerfungen 501, 505.
Zwickenberg, Kieslager 278. Gold 624.

Sachregister.

Abfaltung 98.
Abgehende 482.
Ablenkung 492.
Abquetschung 98.
Abschneiden 474.
Abstauung 514.
Adelsvorschub 616, 989, 1082.
Adsorption 433, 438.
Alaunton 356.
Albit auf Gängen 529, 720, 724, 794, 959, 960.
Algonkium 156.
Alluviale Seifen 18, 1240, *1258*.
Altas 912, 914.
Alter der Gänge 736, 753, 780.
Altersfolge 539.
Amalgam 724, 731, 871, *889*, 1166.
Ammoniumphosphat 445, 1022.
Amygdaloidal copper 861.
Anogene Umwandlung 542.
Anthrazit 122.
Antimonerze 551, 627, 794, *877*, 890, *1129*.
Antimonproduktion 629, 700, 794, 883, 884, 885, 886.
Apatit 72, 442, 794, 918, *936*, 960, *962*, *1021*, 1186.
Apatiteisenerz 119, 135, 168.
Argyrodit 751, 760.
Arsen 885, *887*, 890, 909, *918*, 1205.
Arsenkies und Arsenikalkies *623*, 697, *1136*, 1138.
Asbest auf Gängen 529.
Asbolan 1247.
Asphalt 122, 242, 459, 461.
Aszension 1192, *1202*.
Aura granitica 1214.
Auripigment 885, 887, 909.
Ausstrich 475.
Azogues 707.

Banatit 1143.
Banderz 333, 534.
Banket 374.
Barytformation 737.
Barytische Bleiformation 754, *761*.
Baryum in Silikaten 1194; in Quellen 1218.
Bauxit 1242.
Becherdrusen 738.
Beresit 619.
Beryll 918, 921, 934, 954.
Blackband 227.
Blandsten 118, 120.
Blatt 1080.
Blauerz 183, 189, 1038.
Blaufarben 739, 864.
Blei, gediegenes 242.
Bleierze 272, *361*, 421, 427, 430, 549, 646, *751*, 850, 964, 1052, 1166, 1260. Verwitterung *549*, 735.
Bleiglanzbank 430.
Bleiproduktion 369, 425, 763, 802, *804*, 1073, 1118, 1127.
Blodsten 118.
Blue ground 78.
Bluterz 1044.
Bogentrum 482.
Bohnerze 1247.
Boleo 439.
Bonanza *677*, 988.
Boraxseen 911.
Bor in Thermen 1221.
Borsäure 1154.
Branden 268, 866.
Branderz 898.
Braunerz 189, 1038.
Braunit 239, *240*, 571.
Braunspatformation 759.
Braunstein 239, 571.
Bromide als Neubildungen 543, 553.
Bronce amarillo, b. morado, b. plateado 548, 713.
Bunch 1009.

Caballos 707.
Calamin 1054.
Calaverit 632.
Campanil 1050, 1051.
Capel 939.
Carbonas 940.
Cascajos 713.
Catawbirit 111.
Chamosit 200, *201*, 217.
Charque 419.
Chimney 1009, 1107.
Chloride als Neubildungen 543, 553.
Chorros 732.
Chrombleierz 549, 554, 811, 812.
Chromeisenstein *33*, 62.
Chutes 1113.
Cladothrix dichotoma 238.
Clausthalit 178.
Clinton-ore 205.
Cölestin 459, 463, 466, *1053*.
Craie phosphatée 1026.
Crenothrix Kühniana 238.
Creston 707.
Cross courses 938.

Deckelklüfte 845.
Deklination 92.
Deszension 1056, 1191, *1192*.
Diabaszug 178.
Diagonaltrum 482.
Diamant *72*, 597, 626.
Differentiation 20, 141.
Dilatationsspalten 511.
Dolomitisierung 1012.
Doppelgang 490.
Druckmetamorphose 216.
Druckspalten 512.
Drusen 532, 538.
Dürrerze 696.
Durchfallungskreuz 491.

Edelsteinseifen 626.
Edle Bleiformation 759.
Edle Geschicke 745, 761.
Einschlüsse in Gangmineralien 530, 588.
Einschwemmungen in Gänge 522.

Einsturzspalten 511.
Eisen, gediegenes 65, *66*.
Eisenblüte 183, 189.
Eisenerze 25, 27, *108*, *571*, 784, *1014*, *1035*, 1054, 1071, 1186, *1242*, *1294*. Verwitterung d. E. 544.
Eisenerzproduktion 118, 147, 163, 219, 847, 850, 1049, 1072, 1146, 1164, 1297.
Eisenglanz *110*, 242, 571.
Eisenglimmerschiefer *110*, 113, 142, *143*, 165.
Eisenkalk 1035, 1040.
Eisenoxydulkarbonat, amorphes 235, 238.
Eisenplatin 65.
Eisensand 32, 1294.
Eisensäuerling 358.
Eisenspat *182*, 235, *843*. Verwitterung 544.
Eiserner Hut 103, 312, *367*, *541*, *544*, *560*, 611, 639, 706, 993.
Elektrizität auf Gängen 1003.
Elektrum 586, 593.
Eluviale Seifen 16, 599, 622, 1240, 1241, 1242.
Elvan 937.
Enargitgänge 853.
Entokinetische Spalten 508.
Entstehung der Lagerstätten 16, 140, 163, 197, 223, 237, 247, 254, 261, 320, 357, 381, 412, 425, 436, 443, 467, 526, 892, 1018, 1024, 1055, 1071, 1110, 1139, 1147, 1163, 1172, 1178, *1188*.
Erbsenerz 237.
Erdpech 122, 242.
Erdrinde, Zusammensetzung 13.
Ergärung 928, *1238*.
Erlanfels 1138.
Eruptivgesteine und Erzgänge 647, 753, *920*, *958*, *966*, *1202*, 1205.
Erzarten 521, 526, *528*.
Erzfälle 988.
Erzformationen 566.
Erzführung der Gänge 756, 757, *987*.
Erzmittel 987.
Erzmütter 1189.
Erzsäulen 819, *988*.
Erzschläuche 1009.
Erzverteilung, auf Lagern 105.
Erzwürmer 1009.
Eurit 119, 122.
Exhalationen 22, 1208.
Exokinetische Spalten 508, 511.

Fäule 97, im Kupferschiefergebirge 394.
Fahlbänder 91, 265, *267*, 718, *724*, 866, 871, *999*, 1003.
Fahlerzgänge 851.
Failles à charnières 504.
Falkenschiefer 834.
Faltenspalten 515.
Faltung 334, 336.
Faules Gebirge 773.
Faziesbildung 106.
Fazieswechsel 276, 320.
Ferrisulfate 545, *546*.
Flache Gänge 472, 756.
Flächen 1075.
Flake-gold 639.
Flats 1009, 1049, 1106.
Flaxseed-ore 205.
Flinz 183.
Floors 943.
Flucans 938.
Flüssigkeitseinschlüsse 530, 1219, *1238*.
Fluor in Tieren 443; im Phosphorit 443.
Flußeisenstein 173.
Flußspatgänge 771, 790, 828, 829, *830*, 1111.
Franklinit 240, *244*.
Friktionsstreifen 502.

Gabbro rosso 835.
Gänge 471.
Gallionella ferruginea 238.
Gallium 776, 1115.
Galmei *1053*, 1056, roter, weißer 1069.
Gangarten 520, *528*, 959.
Gangformationen 566.
Gangfüllung 521.
Ganggesteine 523.
Gangkreuz 491, *1004*.
Gangstörungen 492.
Gangstrukturen 530.
Gangtonschiefer 523, 769.
Gangtypen 566.
Gangzug 483, 489, 765, 843.
Gase auf Gängen *564*, 903, 912.
Gash veins 1009, 1107.
Gebirgsdruck 305, 334, 336.
Gebirgsstörungen 95.
Geflossener Bleiglanz 538.
Gelfen 273.
Germanium 748, 1203.
Gilben 758.
Glamm 524, 668.
Glaserz 651.
Glaubersalz 459.
Glauch 494, *524*, *634*.
Glaukonit 200, *225*.
Gleitflächen 323.
Gneis, Freiberger 1001.
Gold 46, 58, *69*, 275, 292, 295, *318*, 351, *369*, 546, 562, *585*, 758, 761, 816, 855, 875, 877, 878, 952, *957*, 975, 1116, 1121, 1128, 1136, 1141, 1144, 1147, 1148, 1181, *1251*, *1261*. G. im Meerwasser 360.
Goldklumpen 589, 1262, 1279.
Goldproduktion *386*, 593, *600*, 602, 603, 620, 626, *644*, 667, 717, 1256, 1276, 1278, 1280, 1281, 1282, 1283, 1284.
Goldquarz 588.
Goldseifen 387, 597, 614, 615, 622, 626, 701, 823, *1251*, *1261*.
Goldtiefenfrage 992.
Gossan 312, 939.
Graben 101, 398.
Granulit 119.
Greenalit 158.
Greisen 922, 943, *955*, *1233*.
Griffons 1103.
Griotte 1047.
Grubenwässer *554*, 715.
Grundwasser 543.
Guano 1031, *1032*.
Guides 938.

Hälleflinta 119.
Hälleflintgneis 122.
Haken schlagen 480.
Halobolite 262.
Hårdmalm 973.
Hard rock 1029.
Hatchetin 230.
Hauptfallen 479.
Hauptstreichen 479.
Hausmannit *240*, 571.
Heben 480.
Hieken 395.
Höhlen 1007.
Höhlenfüllung 17, *1008*.
Höhlenlehm 1012.
Holzzinn 748.
Horizontbeständigkeit 87, 412, 1010.
Horses 522.
Horst 101.
Humussäuren 234.
Hydatogene Gänge 527, *571*.
Hydrolyse 545.

Indikator 608.
Indium 334.
Injektion 51, 527, *964*, 970, *1208*.
Injektionslagerstätten 527, 571, *964*.
Iridium 46, 58.
Itabirit *110*, 142, *143*, 165, 601.

Jabones 709.
Jacutinga 110, 601, *959*.
Jacupirangit 32.
Jod im Phosphorit 446.
Jodide als Neubildungen 543, 553.

Kadmium 551, 1108.
Kaolinisierung 655, *1235*.
Karbonate als Neubildung 543.
KarbonspätigeBleiformation 754.
Kastendrusen 538, 738.
Katogene Umwandlungen 543.
Keratophyreisenstein 180.
Kidney ores 227.
Kiese, Bildungsfolge 277, 327.
Kieselgur 905.
Kieselzinkerz 1054.
Kiesige Bleiformation 754, *757*.
Kieslager *272*, 815, 822, 964. Entstehung *299*, 313, *320*, 337, 343, *357*.
Kiesproduktion 295, 309, 339, 342, 355.
Killas 937.
Klump 236.
Knottenerze 421.
Kobalterze 45, *269*, 395, 400, 403, 404, 407, *551*, 582, 720, *735*, 814, 828, *863*, *933*, 1109, *1168*, *1180*, *1242*.
Kobalterze, sekundäre 739.
Kobaltfahlbänder 269.
Kobaltformation 737.
Kohleneisenstein 227, 238.
Kompaß 472.
Konduktoren 1005.
Konkretionen in Kieslagern 329, 335, 340, 360.
Kontaktgeschiebe 497.
Kontaktlagerstätten 112, 164, 166, 824, *1131*, 1204.
Kontaktmetamorphose 112, 166, 173, 178, 564, 820.
Kontaktmineralien 965.
Kontaktveredelung 997.
Koprolithen 444.
Korallenerz 898.
Korund 28, 32, 40, 43, 137. *168*.
Kreuzklüfte 1075.
Kritische Temperatur des Wassers 526, 921.
Kryolith 71.
Kugelgänge 497.
Kupfer, gediegenes 548, *857*.
Kupfererze *42*, *63*, 69, *272*, 344, 388, 418, *439*, *546*, 618, 758, *813*, *938*, *952*, 964, 1052, 1056, 1119, 1121, 1169, 1175, 1176, *1181*, *1183*, 1187. Verwitterung *546*, 823, 825, 826, 840, 855, 1182.
Kupferkniest 334, 337.
Kupferletten 406, 409.
Kupferproduktion 317, *355*, 401, 420, *441*, 823, 825, 841, *856*, *863*, 956, 957, 977, 1183, 1184, 1185.
Kupfersandstein 388, *418*.
Kuperschiefer *388*, *393*, 831.

Labores 912.
Ladberge 787.
Längenerstreckung der Gänge 473.
Lagergänge 486.
Lagerschiefer 896.
Lagersystem 94.
Lagerzüge 94.
Land pebbles 1030.
Lateralsekretion 578, 1056, 1191, *1193*.
Lateriterze 1246.
Lebererz 898.
Leitergänge 509.
Leptothrix ochracea 238.
Lerbachit 178.
Lettenkluft 97, 494, *783*.
Lievrit 1156, 1157, 1162.
Lineale 90, *298*.
Linsenstriche 227.
Lode 471.
Lokalsediment 667.
Ludwigit 1146.
Luzonit 857.

Mächtigkeit der Gänge 473.
Magmatische Ausscheidungen 19.
Magmawasser 1208.
Magnesit 35.
Magnetit 104, *110*, 170, 176, 218, 325, 357, 564, 965, 1294.
Magnetitgneis 119.
Magnetkies *42*, *273*, 297, 325, 357, *964*, *969*.
Manganblende 635, 717.
Manganerze 111, *239*, *571*, *1014*, 1035, 1187, *1242*.
Mangankieselschiefer 247.
Manganknollen 262.
Manganmulmlager 574.
Manganspat 239, *254*.
Mangansumpferz 263.
Mantos 732.
Martit 110, 149, 1139, 1186.
Matton 283.
Meer, Metallgehalt 360, 361.
Metacinnabarit 889.
Metal calido 563, 713.
Metal de color 548.
Metal de color bronceado 548.
Metal de quemar 563.
Metal frio 563, 713.
Metalle im Meer 360, 361.
Metalle und Eruptivgesteine 1205.
Metallkarbonyle 69.
Metallmütter 1189.
Metallpflanzen 1054.
Metallzonen 731, 748, 1202.
Metamorphismus 103, 164, 216, 328.
Metasomatose 17, 861, *1007*, 1012.
Metathese 18, 183, 248, 1055, 1192, *1239*.
Millerit 864, 866.
Mineraldarstellung, künstliche 1219.
Mineral dolce 193.
Mineral duro 193.
Minerale morello 193.
Mineral negrillo 351.
Mineralwässer 1220.
Minette 212.
Mobendorfer Formation 878.
Molybdän 395, 1084.
Molybdänglanz 588, 791, 835, *918*, 1151.
Molybdate als Neubildung 543, 553.
Monazit 919, *1258*, 1289.
Montera de hierro 351.
Morgengänge 472, 756.
Moth 1084.
Mother Lode 591.
Mugeln 533.
Mulattos 749.
Muldenachse 94.
Muldenlinie 94.
Mullock 627.
Mundic 311.
Muschelkalk 1055, 1065, *1067*.
Mustardgold 639.



Mutterflöz 403.
Mutterlauge der Magmaerstarrung 1208, 1211.

Nagyagit 586, 598, 632.
Nebengesteinseinfluß 608, 610, 718, 792, 866, 868, 871, *995*.
Nebengesteinsumwandlung 642, 772, 833, *1231*
Negrillos 749.
Negros 707.
Neubildungen 558, 1218.
Neuner 495.
Nickel in Silikaten 577, 1195.
Nickeleisen 65, *66*.
Nickelerze *42*, *62*, 269, 400, 402, 404, 551, *577*, 719, 720, 722, *735*, 814, *863*.
Nickelkies 227, 864, 866.
Nickelproduktion 51, 55, *60*, 580, *583*.
Noccioli 839.
Nuggets 1262.

Obsidian, Wassergehalt 1209.
Oolithe *199*, 206, *223*, 258. In Kieslagern 329, 341.
Oolithische Eisenerze *199*, 206, *223*.
Oolithische Manganerze 258.
Oolithischer Phosphorit 449.
Orthoklas auf Gängen 529, 587, 588, 663, 668, 687, 724, 918, 958, 960.
Ortstein 236.
Osmium 65.
Osteolith 1028.

Packen 93, 340.
Pacos 563, 713, 748.
Palladium 46, 58, *602*.
Panizo 419.
Paragenesis 539, 566.
Pavonados 713.
Pechstein, Wassergehalt 1209.
Pegmatite 921, *1210*.
Pelagite 262.
Pelosiderit 182.
Pennystones 227.
Perlenerz 237.
Petrographische Provinzen 1202.
Petzit 586, 632.
Pfennigerz 237.
Phosgenit 440, 549, 1054.
Phosphate 543, 553.
Phosphatkreide 1026.
Phosphatsand 1026.
Phosphor in Pflanzen und Tieren 443.
Phosphorit 229, *442*, *936*, *1021*, 1025.
Phosphoritproduktion 450, 452, 455, 937, 963, 1027, 1031, 1032.
Pipe 1009, 1107.
Platin 46, 58, *64*, 602, 1203, 1284.
Platinproduktion 1287.
Platinseifen 64, 1260, *1284*.
Pneumatolyse 19, 24, 527, 920, 921, 1186, 1213.
Pressungsspalten 512.
Propylit 633, 634, *647*, 676, *1236*.
Pseudomorphosen 541.
Pulvererz 237.
Putizze 903.
Putzenwacke 742.
Pyrit *272*, 358, 359, 363, 851, 964, 1154, 1164.

Quartz d'épanchement 437.
Quarzbrockenfels 574, 743.
Quarzformation, edle 696.
Quarzgänge 1212.
Quecksilber *889*, 892.
Quecksilbererze 792, 849, 852, 871, 892, 902.
Quecksilberfahlerz 849, 852, 889.
Quecksilberproduktion 894, 899, 905, 909, 914.
Quemazones 707.
Quicksten 119, 120.

Raseneisenstein 233.
Rasenläufer 477.
Raucherz 1044.
Realgar 878, *885*.
Rechtsinniges Fallen 472.
Reduktion durch organische Substanz 234, 238, 355, *358*, 359, 389, 410, 469, 999.
Regionalmetamorphose 164, 167.
Reibungsbreccie 497.
Reibungskonglomerate 497, 498, 525, 838.
Reibungsmehl 497.
Reventones 732.
Rhodonit 239, *247*; auf Gängen 529, 587, 635, 664, 668, 695.
Riders 522.
River pebbles 1030.
Röhrenerze 539, 1083.
Rotbleierz 549, 554, 811.
Roteisenstein *110*, 170, *571*.
Rotzinkerz 244.
Rubio 1050, 1051.
Rücken 101, 346, 395, 398, *400*, 415, *831*, *867*.
Runs 988, 1009, 1106.
Ruscheln 97, 494, 719, 767.
Rutil 960.
Rutschflächen 497, *502*.

Saddle reefs 514, *609*.
Salband 471.
Sanderz 401.
Sandstriche 474, 787.
Schachttiefen 478.
Schalstein 173, 1017, 1024.
Scharung 491.
Scheelit *918*, 952, 958, 1151.
Scheeren 93.
Schlammvulkane 470.
Schleppung 491, 760, *1004*.
Schleppungskreuz 491, 493, 759, *1004*.
Schökelerz 660.
Schokoladenerz 582.
Schuchardtit 577.
Schwärzen 758.
Schwarzes Gebirge 698, 757, 996.
Schwebende 739, 745, *999*.
Schwefel *456*, 552, 883, 911.
Schwefelbakterien 470.
Schwefelkies *272*, 355, 359, 964, 1154, 1164. Verwitterung d. Sch. 544.
Schwefelproduktion 461, 465.
Schwefelsäure 544.
Schwermetalle in Silikaten 1195.
Schwerspat 333, 340, 1193.
Schwindklüfte 509.
Seeerze 118, *233*.
Seifen 18, 86, *1240*, *1258*.
Selbstvererzung 22, 23.
Selen 334, 395, 613, 632, 1115.
Senfgold 639.
Senkung 501, 507, 518, 519.
Serizitisierung 1233.
Sheets 1009, 1107.
Shoots 988.
Siderit *182*, *226*, 235, *843*, *1035*.
Sideritkieselschiefer 157.
Silber 46, 275, *318*, 351, 366, 410, *418*, *434*, *550*, 562, *646*, *694*, 724, *737*, 751, *760*, 761, 816, 855, 860, *866*, 970, 1070, 1116, 1117, 1118, 1121, 1127, 1181, 1166.
Silber im Meerwasser 360.
Silberproduktion 368, 678, *705*, *712*, 717, 725, 734, 749, 751, 759, 762, 786, 789, 852, 1116, 1118, 1121, 1123, 1124, 1127, 1167.
Silberschiefer 896.

Skarn *105*, *112*, 130, 241, 972.
Skölar *100*, *105*, 973, 1166.
Skölmalm 974.
Smirgel 32, *168*, 169.
Soft phosphate 1029.
Solfare 460.
Sombrerit 1033.
Spaltenbildung *507*, 517, 520.
Spateisenstein *182*, *226*, 235, *843*, *1035*.
Spatgänge 472, 756.
Speise 395.
Sphärosiderit 182, 195, 226.
Sponge-gold 639.
Sprudelstein 1221.
Sprünge 496.
Ssamorod 453.
Stahlerz 724, 898.
Stalaktiten 538, 1055, 1059, 1069, 1083.
Stehende Gänge 472, 756.
Stockwerk 17, *484*, 509, 891.
Störungen 95, *492*.
Strontianit 1053.
Stuff 97, 846.
Sublimation 22, *1208*.
Sumpferze 118, *233*.
Svartmalm 118.
Sylvanit 586, 632.

Tablilla 419.
Tacana 419.
Tapanhoacanga 601, 1246, *1253*, 1284.
Tektonische Spalten 513.
Tellurate als Neubildung 543.
Tellurerze 591, 598, 630, *632*, 874.
Tellursilber 586.
Terra rossa 18, 1243.
Teufenunterschied, primärer 656, *992*.
Thallium 334, 342, 715, 761, 1115.
Thermen 678, 911, 913, 1154, *1213*, 1229.
Thuringit 200, *201*.
Tiefenerstreckung der Gänge 476.
Titan 960.
Titaneisen 24, *27*, 46.
Titaneisensand 32, 1294.
Titanformation 960.
Toneisenstein 182, 195, 226.
Topas 918, 939, 951, 1186 1289.
Topasierung 922, 930, *1232*.
Torrsten 118, 119, 123, 165.
Torsionsspalten 515.
Tressenerz 402.
Tripelschiefer 458.
Trüffelerz 1247.
Trümergang 483.
Trümerzüge 483.
Trümmerlagerstätten 1240.
Trum 481.
Tuffe, kupferführende 439.
Turjit 187.
Turmalin auf Gängen 529, 587, 588, 618, 639, 814, 849, 918, *952*, *957*.
Turmalin auf Seifen 1289.
Turmalinisierung 922, 930, 939, *1232*.
Turmalinkupfererzgänge 875, *952*.
Typhon 1079.

Überschiebung 97, 101.
Ulmen 471.
Umwandlungen der Gänge 541. Tiefenerstreckung der U. 543.
Uranerze 739, 740, 742, 835, 919, 954.
Uranpecherz 685, *735*, 739, 740, 742, *744*, 760, 786, 943, 954.

Vanadate 543, 553, 779.
Vanadingehalt der Eisenerze 210, 215, 221, 235; der Kupferschiefer 388, 395.
Vena dulce 1050, 1051.
Verdrückung 90, 474.
Veredelung, sekundäre 318, 352, *367*, 400, 415, 546, *562*, *611*, 639, 706, 733, 855; durch das Nebengestein 608, 610, 718, 866, 868, 871, *995*; durch Gangkreuze usw. 1004.
Verkieselung 1235.
Verrohwandung 93, 183. 189, 1038.
Verschiebungen 502.
Versteinerungen in Kieslagern 335; auf Gängen 525.
Verunedelung 1005.
Verwerfungen *100*, *487*, 492, *496*. Entstehung 501, 507.
Vitriolletten 1068.
Vitrioltorf 356.
Vivianit 223, 235.
Vulkane 22, 456, 1208.

Wacke 740, 742.
Wackendeckel 424.
Wascherz 1245.
Wasenläufer 477.
Weicherz 974.
Weißer Torf 238.
Weißerz 183, 586, 695, 697
Weißes Gebirge 772.
White phosphate 450.
Widersinniges Fallen 472.
Wiesenerz 234.
Wismut 551, 573, 574, 586, 588, 594, 598, 618, 630, *735*, 740, 781, 794, 820, 863, 869, 871, *874*, *918*, 927, 935, 943, 950, 957, 975, 1144, *1148*, 1187, 1289.
Wolframate als Neubildung 543, 586.
Wolframit 663, 771, 791, 856, 877, 918, *919*, 927, 928, *935*, 945, 952, 1139, 1141, 1151, 1205, 1289.

Zämentwässer 288, 316, *556*, 1149.
Zeolithe 145, 528, 695, 720, 724, 860, 862, 960, 961, 1236.
Zerrüttung des Hangenden 500.
Zerschlagen 474.
Zertrümerung 481.
Zinkerze 240, *244*, *272*, 342, *361*, 397, *550*, 646, *751*, 964, 980, 982, *1052*.
Zinkit 244.
Zinkproduktion 369, *802*, *1056*, 1061, 1073, 1106.
Zinnerner Hut 748.
Zinnerz *22*, 71, *747*, 752, 758, 759, 794, 814, 875, 876, *918*, 965, 1130, 1138, 1140, 1169, 1203, 1204, 1205, *1288*.
Zinngehalt der Feldspäte 22; der Zinkblende 752, 758, 759.
Zinnkies 747, *810*, 811, 918.
Zinnober 792, 849, 871, 880, 888, *889*, 1053, 1260.
Zinnproduktion *923*, 929, 940, 944, 1290, 1292, 1294.
Zinnseifen 24, 930, 933, 947, 1290, *1292*, *1294*.
Zinnzwitter 922, 926.
Zinopel 656, 664.
Zusammengesetzter Gang *483*, 766, 776.
Zwitter 922, 926.

